

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Хагуров Т.А.

подпись  
«27» апреля 2018г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.07.01 ОСНОВЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) Математическое моделирование и вычислительная  
математика: Математическое моделирование

Программа подготовки \_\_\_\_\_ академическая

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная

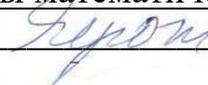
Квалификация (степень) выпускника \_\_\_\_\_ бакалавр

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины «ОСНОВЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению **01.03.02 Прикладная математика и информатика**, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 228 от 12 марта 2015 г.

Программу составил:

Сыромятников П.В., д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры математического моделирования КубГУ



Рабочая программа дисциплины «Основы функционального программирования» утверждена на заседании кафедры математического моделирования  
протокол № 11 «16» апреля 2018 г.

Заведующий кафедрой математического моделирования акад. РАН,  
д-р физ.-мат. наук, проф. Бабешко В.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета  
компьютерных технологий и прикладной математики  
протокол № 1 «20» апреля 2018 г.

Председатель УМК факультета  
канд. физ.-мат. наук, доцент Малыхин К.В.



Рецензенты:

Бегларян М.Е., канд. физ.-мат. наук, зав. кафедрой ГСЭД СКФ ФГБОУ ВО «РГУП»

Синица С.Г., канд. техн. наук, доцент кафедры информационных технологий КубГУ

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель освоения дисциплины

Дисциплина «Основы функционального программирования» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с ФГОС ВО. Целью дисциплины «Основы функционального программирования» является изучение и практическое освоение средств функционального программирования для решения научных и прикладных задач. В качестве инструментального средства изучается язык LISP. Рассматриваются теоретические и прикладные аспекты использования программных средств функционального программирования.

Цели дисциплины соответствуют формируемой компетенции ПК-6.

### 1.2 Задачи дисциплины

Основные задачи дисциплины:

- развитие навыков ориентироваться в современных языках функционального программирования, их возможностях;
- освоение методов разработки и тестирования программы с применением программных средств, используемых в современных языках функционального программирования;
- освоение основы технологии программирования в программных средствах, используемых в современных языках функционального программирования;
- изучение универсального языка LISP.

### 1.2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы функциональное программирование» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана подготовки бакалавра, читается в 8 семестре. Она имеет разносторонние связи со многими другими математическими и специальными дисциплинами. При изучении дисциплины «Основы функционального программирования» используются знания из теории множеств (проблемы полноты), математической логики (системы логического вывода), теории алгоритмов (машины Тьюринга, проблемы разрешимости, проблемы сложности алгоритмов). Кроме того, необходимы знания современных приемов и методов программирования (в частности, динамического программирования, параллельного программирования, объектно-ориентированного подхода к разработке систем), а также основных принципов и технологий формализованного тестирования и верификации.

При освоении дисциплины необходимы такие личностные характеристики, как: общая образованность, организованность и трудолюбие, самостоятельность, настойчивость в достижении цели.

### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Программа определяет общий объем знаний, позволяющий сформировать у студента начальное представление о функциональном программировании. В процессе освоения дисциплины студент овладевает компетенцией

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ПК-6	способностью формировать	объект дисциплины (системы разработки)	ориентироваться в	Методами разработки и

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		суждения о значении и последствиях своей профессиональной деятельности с учетом социальных, профессиональных и этических позиций.	программ с использованием языков функционального программирования), предмет дисциплины (методы программирования с использованием языков функционального программирования), задачи дисциплины (разработка программ с применением языков функционального программирования); базовые понятия и определения, используемые в функциональном программировании; методы и уровни представления данных, способы обработки и хранения данных; основы технологии программирования в программных средствах, используемых в современных языках функционального программирования. о множестве задач, решаемых с применением функционального подходов к программированию, и о методах их решения с использованием языков функционального программирования; о месте и роли, о состоянии развития современных функциональных языков, о проблемах и направлениях развития этого раздела программирования; о вопросах представления данных для решения задач функционального программирования, о приемах разработки программ с применением языков функционального программирования; о проблемах и направлениях развития	современных языках функционального программирования, их возможностях; обоснования выбора языка (языка функционального программирования) для решения конкретных задач; обоснования выбора представления данных для решения поставленной задачи; обоснования выбора методов обработки данных для решения поставленной задачи.	тестирования программы с применением программных средств, используемых в современных языках функционального программирования; использования специальной литературы в изучаемой предметной области.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
			современных программных средств функционального программирования, об основных методах и средствах автоматизации проектирования, используемых в программных средствах; об основах построения сложных программ.		

Процесс освоения дисциплины «Основы функционального программирования» направлен на получения необходимого объема знаний, отвечающих требованиям ФГОС ВО и обеспечивающих успешное ведение бакалавром научно-исследовательской деятельности, владение методологией формулирования и решения прикладных задач, а также на выработку умений применять на практике методы прикладной математики и информатики.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 академических часа (из них 48 аудиторных). Курс «Основы функционального программирования» состоит из лабораторных занятий, сопровождаемых регулярной индивидуальной работой преподавателя со студентами в процессе самостоятельной работы. В конце семестра проводится зачет. Программой дисциплины предусмотрены 48 часов лабораторных занятий.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр (часы)	
		8	
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>50,2</b>	<b>50,2</b>	
В том числе:			
Занятия лекционного типа	–	–	
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	–	–	
Лабораторные занятия	48	48	
<b>Иная контактная работа:</b>			
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>21,8</b>	<b>21,8</b>	
В том числе:			
Курсовая работа	–	–	
Проработка учебного (теоретического) материала	13	13	
Подготовка к текущему контролю	8,8	8,8	
<b>Контроль: зачет</b>			
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>50,2</b>	<b>50,2</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.  
Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№	Наименование разделов	Количество часов		
		Всего	Аудиторная работа	Внеаудиторная работа
			ЛР	СРС
1	2	3	4	5
1	Введение. Цели и возможности функционального программирования	4	2	2
2	Рекурсивные функции и лямбда-исчисление Чёрча	8	6	2
3	Функциональные языки: элементарные понятия	8	6	2
4	Функциональные языки: основные приемы программирования	12	8	4
5	Функциональные языки: высокоуровневое программирование	16	12	4
6	Применение функционального программирования	17,8	12	5,8
7	Обзор изученного материала и проведение зачета	4	2	2
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	–	–
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	–	–
<b>Итого</b>		<b>72</b>	<b>48</b>	<b>21,8</b>

Примечание: ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента.

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

Учебный план не предусматривает занятия лекционного типа по дисциплине «Основы функционального программирования».

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Учебный план не предусматривает занятий семинарского типа по дисциплине «Основы функционального программирования».

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№ работы	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	1	Введение
2	2	Рекурсивные функции и лямбда-исчисление Чёрча
3,4	3	Функциональные языки: элементарные понятия
5,6,7	4	Функциональные языки: основные приемы программирования
8,9	5	Функциональные языки: высокоуровневое программирование
10,11	6	Применение функционального программирования

Содержание разделов занятий лабораторного типа

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение	Стили и методы программирования. Понятие декларативного программирования. Сравнение императивного и декларативного стилей. Строго функциональные языки. Отложенные вычисления.	Опрос по результатам индивидуального задания

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
2	Рекурсивные функции и лямбда-исчисление Чёрча	История возникновения теории алгоритмов. Лямбда-исчисление: выражения, конверсии, теорема Чёрча-Россера. Примеры реализации теорий в лямбда-исчислении: числа Чёрча, логика, рекурсивные функции. Проблемы вычислимости и разрешимости. Тезис Чёрча-Тьюринга.	Опрос по результатам индивидуального задания
3	Функциональные языки: элементарные понятия	Основы программирования на языке LISP: компилятор, базовые типы и структуры данных, организация программы. Простые функции.	Опрос по результатам индивидуального задания
4	Функциональные языки: основные приемы программирования	Сопоставление с образцом. Каррирование. Рекурсия (хвостовая рекурсия, параллельная и взаимная рекурсия). Рекурсивные типы данных (списки, деревья).	Опрос по результатам индивидуального задания
5	Функциональные языки: высокоуровневое программирование	Полиморфизм. Функции-шаблоны. Исключения. Модульное программирование (структуры, сигнатуры, функторы).	Опрос по результатам индивидуального задания;
6	Применение функционального программирования	Современные функциональные языки и их применение. Спецификация и верификация функциональных программ.	Опрос по результатам индивидуального задания

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Учебный план не предусматривает курсовых работ по дисциплине «Основы функционального программирования».

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Подготовка к текущему контролю, подготовка индивидуальных заданий	1. Зыков С.В. Введение в теорию программирования. Функциональный подход. М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. 153 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429119">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429119</a> . 2. Методические указания по организации и выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры математического моделирования факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол № 10 от 30.03.2018

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 2.5 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Целью самостоятельной работы является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий, выработка навыков индивидуальной работы, закрепление навыков, сформированных во время лабораторных занятий.

## 3. Образовательные технологии.

С точки зрения применяемых методов используются как традиционные информационно-объяснительные лекции, так и интерактивная подача материала в виде слайд-лекций. Компьютерные технологии в данном случае обеспечивают возможность разнопланового отображения алгоритмов и демонстрационного материала. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

Цель *лабораторного занятия* – научить применять теоретические знания при решении и исследовании конкретных задач. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах, при этом практикуется работа в группах.

Темы, задания и вопросы для самостоятельной работы призваны сформировать навыки поиска информации, умения самостоятельно расширять и углублять знания, полученные в ходе лекционных и лабораторных занятий.

Групповые индивидуальные задания формируют навыки исследовательской работы в коллективе.

Подход разбора конкретных ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами при проведении анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что в процессе моделирования часто встречаются задачи, для которых единых подходов не существует. Каждая конкретная задача при своем моделировании (исследовании) имеет множество подходов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций. Этот подход особенно широко используется при определении адекватности математической модели и результатов моделирования на отдельных этапах.

Применяемая технология коллективного взаимодействия в виде организованного диалога, реализует коллективный способ обучения.

Групповые индивидуальные задания формируют навыки исследовательской работы в коллективе.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Общее количество часов
8	ЛР	Компьютерное моделирование с разбором и оценкой конкретных ситуаций (раздел б)	10

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты

#### 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций. Самостоятельная работа студентов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. список лабораторных работ).

В качестве оценочных средств, используемых для текущего контроля успеваемости, предлагается перечень вопросов, которые прорабатываются в процессе освоения курса. Данный перечень охватывает все основные разделы курса, включая знания, получаемые во время самостоятельной работы. Кроме того, важным элементом технологии является самостоятельное решение студентами и сдача заданий. Это полностью индивидуальная форма обучения. Студент рассказывает свое решение преподавателю, отвечает на дополнительные вопросы.

Оценка успеваемости осуществляется по результатам: самостоятельного выполнения лабораторных работ, устного опроса при сдаче выполненных самостоятельных заданий, индивидуальных лабораторных заданий и защиты групповых заданий. Существенным элементом образовательных технологий является не только умение студента найти решение поставленной задачи, но и донести его до всей аудитории.

#### Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля
	Л.	Лаб.	Пр.	КР	СРС	
<b>ПК-6</b>		+			+	<ul style="list-style-type: none"><li>– Опрос по результатам выполнения индивидуальных заданий;</li><li>– Защита группового задания</li><li>– Опрос по результатам выполнения индивидуальных заданий;</li><li>– Опрос по результатам самостоятельной работы;</li><li>– Защита группового задания</li><li>– Зачёт</li></ul>

#### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### Примерные задания на лабораторные работы

1. Запишите последовательности вызовов CAR и CDR, выделяющие из приведенных ниже списков символ «а». Упростите эти вызовы с помощью функций C...R.

- а) (1 2 3 а 4)
- б) (1 2 3 4 а)
- в) ((1) (2 3) (а 4))
- г) ((1) ((2 3 а) (4)))
- д) ((1) ((2 3 а 4)))

e) (1 (2 ((3 4 (5 (6 a))))))

2. Каково значение каждого из следующих выражений:

a) (ATOM (CAR (QUOTE ((1 2) 3 4))));

b) (NULL (CDDR (QUOTE ((5 6) (7 8)))));

c) (EQUAL (CAR (QUOTE ((7 ))) (CDR (QUOTE (5 7))));

d) (ZEROP (CADDDR (QUOTE (3 2 1 0))));

3. Прodelайте следующие вычисления с помощью интерпретатора Лиспа:

a)  $3.234 * (45.6 + 2.43)$

б)  $55 + 21.3 + 1.54 * 2.5432 - 32$

в)  $(34 - 21.5676 - 43) / (342 + 32 * 4.1)$

4. Определите значения следующих выражений:

a) '(+ 2 (\* 3 5))

б) (+ 2 '(\* 3 5))

в) (+ 2 (' \* 3 5))

г) (+ 2 (\* 3 '5))

д) (quote 'quote)

е) (quote б)

5.1 Составьте список студентов своей группы

(ФИО ФИО ... ФИО)

5.2 Для каждого студента

а) с помощью функции LIST составьте следующие списки:

Для самого студента - (дата рождения), (адрес), (средний бал по лекционным занятиям), (средний бал по практическим занятиям), (средний бал по лабораторным работам). Для отца и матери - (ФИО), (дата рождения), (адрес), (место работы).

б) с помощью функций CONS и SETQ объедините полученные списки и присвойте их в виде значений символам, означаящим ФИО каждого студента:

ФИО ст. - (((дата рождения ст.) (адрес ст.)(ср. бал(до десятых) по лекционным занятиям) (ср. бал по практическим занятиям) (ср. бал по лабораторным работам)))  
(((ФИО отца) (дата рождения отца) (адрес) (место работы отца)) ((ФИО матери) (дата рождения матери) (адрес) (место работы матери)))).

5.3 Для произвольно выбранных студентов с помощью базовых функций сравните:

а) год рождения;

б) успеваемость (с учетом того, что число, характеризующее средний бал, может быть как целым, так и дробным );

в) выясните, не являются ли они родственниками;

г) выясните, живут ли они с родителями.

6.1 Для каждого студента составьте списки свойств

а) оценки по лекциям;

б) оценки по практикам;

в) оценки по лабораторным работам.

6.2 Для произвольно выбранных студентов сравнить свойства.

Задания к лабораторной работе № 2.

1. Определите с помощью лямбда-выражения функцию, вычисляющую:

a)  $+y - x * y$ ;

b)  $x * x + y * y$ ;

c)  $x * y / (x + y) - 5 * y$ ;

2. Определите функции (NULL x), (CADDR x) и (LIST x1 x2 x3) с помощью базовых функций. (Используйте имена NULL1, CADDR1 и LIST1, чтобы не переопределять одноименные встроенные функции системы.

3. Используя композицию, напишите функции, которые осуществляют обращение списка из 2, 3, ... , n элементов.

4. Используя композицию описанных выше предикатов и логических связок, постройте функцию, которая проверяет, является ли ее аргумент:

- a) списком из 2, 3, ... элементов;
- b) списком из 2, 3, ... атомов;

Задания к лабораторной работе № 3.

1. Напишите функцию:

a) такую, что P(n) для произвольного целого n есть список из трех элементов, а именно: квадрата, куба и четвертой степени числа n;

b) для двух аргументов значением которой является список из двух элементов (разности и остатка от деления);

c) такую, что A(n) есть список (The answer is n). Так, значением (A 12) будет (The answer is 12);

d) семи аргументов, значением которой служит сумма всех семи аргументов.

2. Для каждого из следующих условий определить функцию одного аргумента L , которая имеет значение T, если условие удовлетворяется, и NIL в противном случае:

- a) n-ый элемент L есть 12;
- b) n-ый элемент L есть атом;
- c) L имеет не более n элементов (атомов или подсписков).

Задания к лабораторной работе № 4.

1. Напишите функцию, которая вводит фразу на естественном языке и преобразует ее в список.

2. Напишите функцию, которая спрашивает у пользователя ФИО студента из группы (список группы составлен раньше) и выдает следующие данные о нем:

- a) год рождения;
- b) средний бал;
- c) родителей;
- d) списки свойств, присвоенные ему раньше.

3. Напишите функцию:

a) от одного аргумента (ФИО любого студента), замещающую в списке с данными о нем (написанном раньше) подписки со средними балами на списки свойств;

b) вычисляющую средние балы, беря данные из списков свойств.

4. Каковы будут значения выражений (RPLACA x x) и (RPLACD x x), если:

- a)  $x = '(a\ b)$ ;
- b)  $x = '(a)$ ;

5. Вычислите значение следующих выражений:

- a) (RPLACD '(a) 'b);
- b) (RPLACA '(a) 'b);
- c) (RPLACD (CDDR '(a b x)) 'c);
- d) (RPLACD '(nil) nil)

Задания к лабораторной работе № 5.

1. Запишите следующие лямбда-вызовы с использованием формы LET и вычислите их на машине:

- a) ((LAMBDA (x y) (LIST x y))  
  (+ 1 2) 'c);
- b) ((LAMBDA (x y) ((LAMBDA (z) (LIST x y z))) 'c)  
  'a 'b);
- c) ((LAMBDA (x y) (LIST x y))  
  ((LAMBDA (z) z) 'a)

'b).

2. Напишите с помощью композиции условных выражений функции от четырех аргументов  $AND_4(x_1 x_2 x_3 x_4)$  и  $OR_4(x_1 x_2 x_3 x_4)$ , совпадающие с функциями AND и OR от четырех аргументов.

3. Пусть L1 и L2 - списки. Напишите функцию, которая возвращала бы T, если N-ые два элемента этих функций соответственно равны друг другу, и NIL в противном случае.

Задания к лабораторной работе № 6.

1. Написать условное выражение (используя COND), которое:

а) дает NIL, если L атом, и T в противном случае;

б) выдает для списка L, состоящего из трех элементов, первый из этих трех, который является атомом, или список, если в списке нет элементов атомов.

2. С помощью предложений COND или CASE определите функцию, которая возвращает в качестве значения столицу заданного аргументом государства.

3. Напишите с помощью условного предложения функцию, которая возвращает из трех числовых аргументов значение большего, меньшего по величине числа.

4. Запрограммируйте с помощью предложения DO функцию факториал.

Задания к лабораторной работе № 7.

1. Запишите с помощью предложения PROG функцию (аналог встроенной функции LENGTH), которая возвращает в качестве значения длину списка (количество элементов на верхнем уровне).

2. Используя функцию COND, напишите функцию, которая спрашивает у пользователя ФИО двух студентов из группы (список группы составлен раньше) для которых:

а) сравнивает год рождения и выдает результат (кто старше или что они ровесники);

б) сравнивает средний бал и выдает сообщение о результатах сравнения;

с) проверяет родственные связи (если одни и те же родители, то они родственники) и выдает об этом сообщение.

3. Напишите подобные функции, но уже используя функцию IF.

Для двух последних заданий вывод информации осуществить при помощи функций PRINT, PRIN1, PRINC.

Задания к лабораторной работе № 8.

1. Напишите рекурсивную функцию, определяющую сколько раз функция FIB вызывает саму себя. Очевидно, что FIB(1) и FIB(2) не вызывают функцию FIB.

2. Напишите функцию для вычисления полиномов Лежандра ( $P_0(x)=1$ ,  $P_1(x)=x$ ,  $P_{n+1}(x) = ((2*n+1)*x*P_n(x) - n*P_{n-1}(x))/(n+1)$  при  $n > 1$ ).

3. Напишите функцию:

а) вычисляющую число атомов на верхнем уровне списка (Для списка (a в ((a) c) e) оно равно трем.);

б) определяющую число подсписков на верхнем уровне списка;

с) вычисляющую полное число подсписков, входящих в данный список на любом уровне.

4. Напишите функцию:

а) от двух аргументов X и N, которая создает список из N раз повторенных элементов X;

б) удаляющую повторные вхождения элементов в список;

с) которая из данного списка строит список списков его элементов, например, (a b)  $\Rightarrow$  ((a) (b));

д) вычисляющую максимальный уровень вложения подсписков в списке;

- е) единственным аргументом которой являлся бы список списков, объединяющую все эти списки в один;
- ф) зависящую от трех аргументов X, N и V, добавляющую X на N-е место в список V.

Задания к лабораторной работе № 9.

1. Напишите функцию:

- а) аналогичную функции SUBST, но в которой третий аргумент W обязательно должен быть списком;
- б) которая должна производить замены X на Y только на верхнем уровне W;
- в) заменяющую Y на число, равное глубине вложения Y в W, например  $Y=A, W=((A B) A (C (A (A D)))) \Rightarrow ((2 B) 1 (C (3 (4 D))))$ ;
- г) аналогичную функции SUBST, но производящую взаимную замену X на Y, т. е.  $X \Leftrightarrow Y, Y \Leftrightarrow X$ .

2. Вычислите значения следующих вызовов:

- а) (APPLY 'LIST '(a b));
- б) (FUNCALL 'LIST '(a b));
- в) (FUNCALL 'APPLY 'LIST '(a b));
- г) (FUNCALL 'LIST 'APPLY '(a b));

3. Определите функционал (A-APPLY f x), который применяет каждую функцию fi списка  $f = (f_1 f_2 \dots f_n)$

к соответствующему элементу xi списка

$x = (x_1 x_2 \dots x_n)$

и возвращает список, сформированный из результатов.

4. Определите функциональный предикат (КАЖДЫЙ пред список), который истинен в том и только в том случае, когда, являющийся функциональным аргументом предикат пред истинен для всех элементов списка список.

Задания к лабораторной работе № 10.

1. Определите функциональный предикат (НЕКОТОРЫЙ пред список), который истинен, когда предикат истинен хотя бы для одного элемента списка.

2. Определите FUNCALL через функционал APPLY.

3. Определите функционал (MAPLIST fn список) для одного списочного аргумента.

4. Определите макрос, который возвращает свой вызов.

5. Определите лисповскую форму (IF условие p q) в виде макроса.

6. Переведите следующие списочные записи в точечные:

- а) (w (x));
- б) ((w) x);
- в) (nil nil nil);
- г) (v (w) x (y z));
- д) ((v w) (x y) z);
- е) (((v) w x) y z).

7. Переведите следующие точечные записи в списочные:

- а) (a . (b . (c . nil)));
- б) ((a . nil) . nil);
- в) (nil . (a . nil));
- г) (a . ((b . (c . nil)) . ((d . (e . nil)) . nil)));
- д) (a . (b . ((c . (d . ((e . nil) . (nil))) . nil)));
- е) ((a . (b . nil)) . (c . ((d . nil) . (e . nil)))).

Задания к лабораторной работе № 11.

1. Напишите функцию:

- а) от трех аргументов, аналог встроенной функции pairlis, которая строит список пар;

- b) от двух аргументов, аналог встроенной функции `assoc`, которая ищет пару, соответствующую ключу.
2. Напишите функцию, аналог функции `putassoc` которая физически изменяет `a`-список (`putassoc 1 ключ данные a`-список).
3. Расширьте возможности программы `EXSIS.LSP`:
- напишите функцию, пополняющую базу знаний новыми знаниями;
  - напишите функцию, удаляющую ненужные знания;
  - расширьте базу знаний;
  - напишите главную программу, к которой должны быть подключены все ранее написанные функции (и имеющиеся в `EXSIS.LSP`), и которая выполняла бы их в диалоговом режиме.
4. Подобным образом измените программу `EXSIS1.LSP`.

### Перечень вопросов, выносимых на зачет

1. Базовые функции, типы аргументов базовых функций.
2. Предикат, основные отличия предикатов `EQ`, `EQL`, `EQUAL` и `=`.
3. Отличия функций `CONS` и `LIST`.
4. Различия функций `SET`, `SETQ`, `SETF`.
5. Особенности свойств символов.
6. Основные функции вывода, функция `READ`.
7. Лямбда-выражение, функция `DEFUN`.
8. Особенности функций, изменяющих структуру.
9. Предложение `LET`.
10. Операторы передачи управления.
11. Различия функций `COND` и `IF`.
12. Различия функций `PROG1` и `PROGN`.
13. Рекурсия, достоинства ее использования.
14. Функционал, особенности применяющих и отображающих функционалов.
15. Макросы, особенности их использования.
16. Точечная нотация.
17. Структурированные типы данных, их особенности.
18. Способы представления знаний, их достоинства и недостатки.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,

- в форме электронного документа.
- Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **5.1 Основная литература:**

1. Зыков, С.В. Введение в теорию программирования. Функциональный подход. М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. 153 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429119>.

2. Петров, А.В. Моделирование процессов и систем: учебное пособие. СПб.: Лань, 2015. 288 с. + [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/68472#authors>.

3. Салмина, Н.Ю. Функциональное программирование и интеллектуальные системы. Томск: ТУСУР, 2016. 100 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480936>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань».

### **5.2 Дополнительная литература:**

1. Непейвода Н.Н. Стили и методы программирования. М.: Интернет-Университет Информационных Технологий, 2009. 316 с.

2. Функциональное программирование. Лекции 1–3, 5–13, 15–26, 28–30.  
Лекция 1. Определение и краткая история функционального программирования. Презентация. М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2014. 12 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237159>.

Лекция 30. Асинхронные и параллельные вычисления. Презентация. М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2014. 9 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237183>.

3. Городняя Л.В. Основы функционального программирования: курс лекций: учебное пособие. М.: ИнТУИТ, 2004. 217 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233773>.

## **6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Mike Gordon. Introduction to Functional Programming. 1996. <http://www.cl.cam.ac.uk/teaching/FuncProg/FuncProg.html>

## **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

По курсу предусмотрено проведение лабораторных занятий, на которых студенты применяют полученные теоретические знания к решению конкретных задач. Уровень усвоения теоретического материала проверяется посредством опроса по основным вопросам темы и результатам выполнения индивидуальных и групповых лабораторных заданий.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине. Перечень разделов для самостоятельного изучения приведен в разделе 2.3.3.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **8.1 Перечень информационных технологий**

– Проверка индивидуальных заданий и консультирование посредством электронной почты.

– Использование электронных презентаций при проведении лекционных и лабораторных занятий.

– Использование математических пакетов при проведении лабораторных занятий.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения**

1. HomeLisp <http://www.http://homelisp.ru/>

2. Операционная система MS Windows.

3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

1. Электронная библиотечная система "Юрайт" (<http://www.biblio-online.ru>).

2. Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" (<http://www.biblioclub.ru>).

3. Электронная библиотечная система издательства "Лань" (<http://e.lanbook.com>).

4. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>).

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лабораторные занятия	Компьютерный класс, укомплектованный компьютерами с лицензионным программным обеспечением, необходимой мебелью (доска, столы, стулья). (аудитории: 101, 102, 106, 106а, 105/1, 107(2), 107(3), 107(5), А301).
2.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория для семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные необходимой мебелью (доска, столы, стулья) и демонстрационным оборудованием (аудитории: 129, 131).
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307, 147, 148, 149, 150, 100С, А3016, А512), компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (106, 106а, А301)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
4.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения, обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, необходимой мебелью (доска, столы, стулья). (Аудитория 102а, читальный зал).

Реализация курса предполагает наличие минимально необходимого для реализации данной программы перечня материально-технического обеспечения: компьютерные классы для проведения лабораторных занятий. Обязательно использование локальной сети и выход в Интернет.

Компьютерная поддержка учебного процесса по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика обеспечивается по всем дисциплинам. Факультет компьютерных технологий и прикладной математики, оснащен компьютерными классами, установлена локальная сеть, все компьютеры факультета подключены к сети.