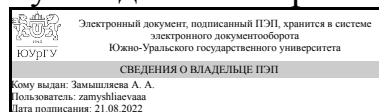


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



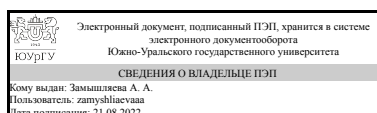
А. А. Замышляева

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.16 Функциональное и логическое программирование  
для направления 01.03.02 Прикладная математика и информатика  
уровень Бакалавриат  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Прикладная математика и программирование

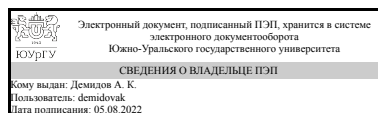
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 9

Зав.кафедрой разработчика,  
д.физ.-мат.н., проф.



А. А. Замышляева

Разработчик программы,  
доцент



А. К. Демидов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Преподаваемая дисциплина является средством решения специальных прикладных задач, одним из подходов к анализу предметной области и проектированию систем. Преподавание и изучение дисциплины следует рассматривать как важную составляющую профессиональной подготовки. Целью преподавания дисциплины является обучение студентов двум важным стилям программирования: функциональному и логическому, выяснение взаимосвязи математической логики и программирования, изучение теоретических основ средств декларативного программирования и основных приемов программирования систем искусственного интеллекта, а также использование этих стилей в практике программирования при разработке программных систем. Задачи дисциплины заключаются в том, чтобы ознакомить студентов с использованием функциональной и логической парадигмы для исследования и разработки математических, информационных и имитационных моделей, представления знаний в интеллектуальных системах по тематике проводимых научно-исследовательских проектов; для разработки архитектуры, алгоритмических и программных решений системного и прикладного программного обеспечения

### Краткое содержание дисциплины

Функциональное программирование. Понятие функции. Использование функций для программирования. Отличие функционального программирования от процедурного. Списки. S-выражения. Точечная запись. Функции для обработки S-выражений. Определение рекурсивных функций. Накопительные параметры. Локальные определения. Функции высших порядков. Лямбда-выражения. Представление и выполнение функциональных программ. Виды вычислений. Карринг. Запоминание. Монады. Интерпретация и компиляция функциональных программ. Определение типа функции высшего порядка. Чистое  $\lambda$ -исчисление. Комбинаторная логика. Логическое программирование Логическое программирование и язык Пролог. Синтаксис Пролог-программы. Правила, структуры, атомы, операторы и списки. Арифметика в языке Пролог. Сопоставление и рекурсия - основные приемы программирования в Прологе. Работа со списками в Прологе (append, delete, member). Семантика программирования на Прологе. Отсечение и отрицание. Встроенные предикаты классификации термов. Встроенные предикаты для работы с утверждениями, структурами, ввода и вывода. Встроенные предикаты порождения решений. Отладка Пролог-программ. События CALL, EXIT, REDO и FAIL. Примеры решения задач средствами логического программирования. Логика предикатов. Логика предикатов первого порядка. Метод резолюции. Факторизация. Хорновские предложения и язык Пролог. Логическая программа. Спецификация. Вычисляемое отношение. Частичная правильность и полнота логической программы (достаточные условия). Разрешимость программы. Правильность логических алгоритмов (достаточные условия). Верификация программ. Синтез программ. Представление знаний. Искусственный интеллект. Способы представления знаний. Нечеткая логика. Принципы построения экспертных систем. Системы автоматического доказательства теорем. Эвристические алгоритмы.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2 Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	Знает: математические основы функционального и логического программирования Умеет: разрабатывать программные системы в строго функциональном стиле; разрабатывать программные средства для систем искусственного интеллекта Имеет практический опыт: поиска решения в системах искусственного интеллекта
ОПК-5 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения	Знает: приемы программирования в функциональном стиле, приемы логического программирования Умеет: использовать функциональное и логическое программирования для разработки алгоритмов математических, информационных и имитационных моделей и их реализации Имеет практический опыт: разработки архитектуры, алгоритмических и программных решений системного и прикладного программного обеспечения

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.10 Вычислительная математика, Учебная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика (2 семестр), Производственная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика (4 семестр)	1.О.37 Проектирование человеко-машинного интерфейса, 1.О.36 Проектно-исследовательский семинар, 1.О.38 Параллельное программирование

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.10 Вычислительная математика	Знает: Умеет: использовать существующие системы программирования для разработки и реализации алгоритмов, основанных на методах вычислительной математики Имеет практический опыт: применения методов вычислительной математики для решения прикладных задач
Производственная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика (4 семестр)	Знает: эффективные стратегии командного сотрудничества для достижения поставленной цели, причины, признаки и последствия опасностей, способы защиты от чрезвычайных ситуаций Умеет: оценить потребность в ресурсах и планировать их использование при решении

	<p>задач профессиональной деятельности, нести личную ответственность за результат, идентифицировать опасные и вредные факторы в рамках осуществляемой деятельности, самостоятельно изучать новые технологии, используемые на предприятии, с помощью информационно-коммуникационных систем</p> <p>Имеет практический опыт: решения поставленных задач, с учётом имеющихся ресурсов и ограничений, работы в направлении личностного, образовательного и профессионального роста, применения полученных математических знаний и навыков программирования для решения прикладных задач, участия в разработке научно-исследовательского проекта, применяя изученные технологии</p>
<p>Учебная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика (2 семестр)</p>	<p>Знает: способы первичной обработки информации, этические нормы и установленные правила командной работы Умеет: находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи, разрабатывать математические модели, алгоритмы и компьютерные программы для предложенных задач, использовать математический аппарат в решении профессиональных задач, критически оценить эффективность использования времени при решении поставленных задач, а также, относительно полученного результата Имеет практический опыт: декомпозиции поставленной задачи, выделяя её базовые составляющие, участия в обмене информацией, знаниями и опытом в интересах выполнения командной задачи, программной реализации алгоритмов задач профессиональной деятельности, оценки личностных ресурсов по достижению целей управления своим временем для успешного выполнения порученной работы и саморазвития</p>

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 72,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды	0	0	

аудиторных занятий (ПЗ)		
Лабораторные работы (ЛР)	32	32
Самостоятельная работа (СРС)	35,5	35,5
Подготовка к экзамену	11,5	11,5
Подготовка к лабораторным работам	24	24
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Функциональное программирование	18	10	0	8
2	Логическое программирование	24	12	0	12
3	Логика предикатов	10	6	0	4
4	Представление знаний. Искусственный интеллект.	12	4	0	8

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Парадигмы программирования. Понятие функции. Использование функций для программирования. Отличие функционального программирования от процедурного. Списки. S-выражения. Точечная запись. Функции для обработки S-выражений.	2
2	1	Определение рекурсивных функций. Накопительные параметры. Локальные определения. Функции высших порядков. Лямбда-выражения.	2
3	1	Представление и выполнение функциональных программ. Виды вычислений. Карринг. Запоминание. Монады.	2
4	1	Интерпретация и компиляция функциональных программ. Определение типа функции высшего порядка.	2
5	1	Чистое $\lambda$ -исчисление. Комбинаторная логика.	2
6	2	Логическое программирование и язык Пролог. Синтаксис Пролог-программы. Правила, структуры, атомы, операторы и списки. Арифметика в языке Пролог.	2
7	2	Сопоставление и рекурсия - основные приемы программирования в Прологе. Работа со списками в Прологе (append, delete, member).	2
8	2	Семантика программирования на Прологе. Отсечение и отрицание.	2
9	2	Встроенные предикаты классификации термов. Встроенные предикаты для работы с утверждениями, структурами, ввода и вывода. Встроенные предикаты порождения решений	2
10	2	Отладка Пролог-программ. События CALL, EXIT, REDO и FAIL.	2
11	2	Примеры решения задач средствами логического программирования.	2
12	3	Логика предикатов первого порядка. Метод резолюции. Факторизация. Хорновские предложения и язык Пролог.	2
13	3	Логическая программа. Спецификация. Вычисляемое отношение.	2
14	3	Частичная правильность и полнота логической программы (достаточные условия). Разрешимость программы. Правильность логических алгоритмов	2

		(достаточные условия). Верификация программ. Синтез программ.	
15	4	Способы представления знаний. Нечеткая логика.	2
16	4	Принципы построения экспертных систем. Системы автоматического доказательства теорем. Эвристические алгоритмы.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Определение функций для обработки списков	2
2	1	Определение функций высшего порядка	2
3,4	1	Использование языка Kotlin для написания функциональных программ	4
5	2	Определение логических отношений на языке Пролог	2
6	2	Определение предикатов для обработки списков на языке Пролог	2
7	2	Определение предикатов для обработки структур на языке Пролог	2
8,9	2	Ввод-вывод и управление утверждениями на языке Пролог	4
10	2	Отладка программ на языке Пролог	2
11	3	Использование принципа резолюции	2
12	3	Верификация логических программ	2
13,14	4	Представление знаний в языке Пролог	4
15,16	4	Построение экспертной системы на языке Пролог	4

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	ПУМД, осн.лит.1, с.1-56, ЭУМД, доп.лит.3, с.5-51	6	11,5
Подготовка к лабораторным работам	ПУМД, осн.лит.1, с.1-56, ЭУМД, осн.лит.1, с.4-152, доп.лит.2, гл.1,2,6, доп.лит.3, с.5-51, доп.лит.4, гл.2,3,5,8	6	24

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
------	----------	--------------	-----------------------------------	-----	------------	---------------------------	------------------

1	6	Текущий контроль	ФП 1	1,5	15	Определение функции для обработки списков на каждом из 3 языков функционального программирования оценивается в 5 баллов. Оценка снижается за каждую ошибку на 1 балл. Ошибкой считается также использование императивных конструкций вместо функциональных в языке Kotlin.	экзамен
2	6	Текущий контроль	ФП 2	1,5	15	Определение функции высшего порядка на каждом из 3 языков функционального программирования оценивается в 5 баллов. Оценка снижается за каждую ошибку на 1 балл. Ошибкой считается также использование императивных конструкций вместо функциональных в языке Kotlin.	экзамен
3	6	Текущий контроль	ЛП 1	1	10	Определение каждого из 2 предикатов для БД о родственных связях оценивается в 5 баллов. Оценка снижается за каждую ошибку на 1 балл.	экзамен
4	6	Текущий контроль	ЛП 2	1	10	Определение каждого из 2 предикатов для обработки списка оценивается в 5 баллов. Оценка снижается за каждую ошибку на 1 балл.	экзамен
5	6	Текущий контроль	ЛП 3	1	10	Правильное определение предиката - 6 баллов. Оценка снижается за каждую ошибку на 1 балл. Студент может ответить о назначении и использовании предикатов для классификации термов (Контрольный вопрос 1) - 2 балла (назначение — 1 балл и пример применения 1 балл) Студент может ответить о назначении и использовании предикатов для работы со структурами и атомами (Контрольный вопрос 2) – 2 балла (назначение — 1 балл и пример применения 1 балл)	экзамен
6	6	Текущий контроль	ЛП 4	1	10	Правильное определение предиката - 6 баллов. Оценка снижается за каждую ошибку на 1 балл. Студент может ответить о назначении и использовании предикатов для ввода и вывода (Контрольный вопрос 1) - 2 балла (назначение — 1 балл и пример применения 1 балл) Студент может ответить о назначении и использовании предикатов для работы с утверждениями (Контрольный вопрос 2) – 2 балла (назначение — 1 балл и пример применения 1 балл)	экзамен

7	6	Текущий контроль	ЛП 5	1	10	<p>Выполнена трассировка (в отчете приведены результаты трассировки) - 2 балла, иначе 0 баллов</p> <p>Правильно указан терм с ошибкой в предикате 1 - 2 балла, иначе 0 баллов</p> <p>Дано объяснение ошибки в предикате 1 - 2 балла, иначе 0 баллов</p> <p>Правильно указан терм с ошибкой в предикате 2 - 2 балла, иначе 0 баллов</p> <p>Дано объяснение ошибки в предикате 2 - 2 балла, иначе 0 баллов</p> <p>Итого 10 баллов</p>	экзамен
8	6	Текущий контроль	ИИ 1	2	10	<p>Правильно определены основные правила - 5 баллов (оценка снижается на 1 балл за ошибку)</p> <p>Определены дополнительные правила - 2 балла, иначе 0</p> <p>Выполнено тестирование ЭС, результаты запуска представлены в отчете — 3 балла, иначе 0</p>	экзамен
9	6	Промежуточная аттестация	Экзаменационный билет	-	10	<p>Экзамен проводится в форме письменного ответа по билету и собеседования. После выдачи билета студенту предоставляется 1 час на подготовку ответа по теоретическим вопросам и для решения задачи.</p> <p>Критерии оценивания</p> <p>Ответ на 1-й теоретический вопрос - 4 балла, оценка снижается на 1 балл за каждую ошибку</p> <p>Ответ на 2-й теоретический вопрос (назначение и пример использования стандартной функции или предиката) - 2 балла (назначение — 1 балл и пример применения 1 балл)</p> <p>Решение задачи - 4 балла, оценка снижается на 1 балл за каждую ошибку</p>	экзамен
10	6	Бонус	Бонус-рейтинг	-	15	<p>Активность на занятиях, посещаемость 100% посещение (допускаются пропуски уважительной причине) - 3 балла</p> <p>85-99% посещение - 2 балла</p> <p>Работа у доски</p> <p>1 балл за решение задачи у доски, но не более 5 баллов за семестр</p>	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Возможно определение рейтинга студента по дисциплине по результатам текущего контроля в соответствии с п.2.6. Если студент не набрал необходимый рейтинг по текущему	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения



	контролю, то проводится экзамен в форме письменного ответа по билету и собеседования. После выдачи билета студенту предоставляется 1 час на подготовку ответа по теоретическим вопросам и для решения задачи. После проверки студенту задаются вопросы по его ответу.	
--	---	--

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОПК-2	Знает: математические основы функционального и логического программирования	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-2	Умеет: разрабатывать программные системы в строго функциональном стиле; разрабатывать программные средства для систем искусственного интеллекта	+	+				+	+		+	+
ОПК-2	Имеет практический опыт: поиска решения в системах искусственного интеллекта									+	+
ОПК-5	Знает: приемы программирования в функциональном стиле, приемы логического программирования	+	+	+	+	+	+	+		+	+
ОПК-5	Умеет: использовать функциональное и логическое программирования для разработки алгоритмов математических, информационных и имитационных моделей и их реализации	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-5	Имеет практический опыт: разработки архитектуры, алгоритмических и программных решений системного и прикладного программного обеспечения	+	+		+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Демидов, А. К. Функциональное и логическое программирование Учеб. пособие А. К. Демидов; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Приклад. математика; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2000. - 58,[1] с.

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Программирование : науч. журн. /Рос. акад. наук, Отд-ние информатики, вычисл. техники и автоматизации, Моск. гос. ун-т

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Конспект лекций

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид	Наименование	Библиографическое описание
---	-----	--------------	----------------------------

	литературы	ресурса в электронной форме	
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кубенский, А.А. Функциональное программирование. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2010. — 251 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/40771">http://e.lanbook.com/book/40771</a>
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Хабаров, С.П. Интеллектуальные информационные системы. PROLOG – язык разработки интеллектуальных и экспертных систем: учебное пособие для бакалавров и магистров направлений подготовки 230400 Информационные системы и технологии и 230200 Информационные системы. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : СПбГЛТУ, 2013. — 140 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/45746">http://e.lanbook.com/book/45746</a>
3	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Малышева, Е.Н. Экспертные системы. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Кемерово : КемГИК, 2010. — 86 с. <a href="http://e.lanbook.com/book/49648">http://e.lanbook.com/book/49648</a>
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Жемеров, Д. Kotlin в действии / Д. Жемеров, С. Исакова ; перевод с английского А. Н. Киселев. — Москва : ДМК Пресс, 2018. — 402 с. — ISBN 978-5-97060-497-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <a href="https://e.lanbook.com/book/112926">https://e.lanbook.com/book/112926</a>

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -GNU Prolog (компилятор языка программирования Пролог)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	333 (3б)	Компьютеры, интерпретаторы для языков программирования GNU Prolog, HFL, Scheme, Kotlin
Лабораторные занятия	327 (3б)	Компьютеры, интерпретаторы для языков программирования GNU Prolog, HFL, Scheme, Kotlin