

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования**  
**«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.  
Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики  
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«30» ноября 2022 г. № 13

**Рабочая программа дисциплины**  
**Функциональное программирование**  
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования  
**магистратура**

(бакалавриат / магистратура / специалитет)  
Направление подготовки / специальность

**01.04.02 Прикладная математика и информатика**

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)  
Направленность образовательной программы

**Компьютерные науки и приложения**

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)  
Форма обучения

**очная**

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижегород  
2022 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01 «Функциональное программирование» относится к части Блока 1 «Дисциплины (модули)», формируемой участниками образовательных отношений, направления подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика» профиля подготовки «Компьютерные науки и приложения». Дисциплина преподается во втором семестре. Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 ч.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01, «Функциональное программирование» относится к части ООП направления подготовки «01.04.02 Прикладная математика и информатика», формируемой участниками образовательных отношений.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-4. Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	ПК-4.1. Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач. ПК-4.2. Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач. ПК-4.3 Имеет навыки применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач.	<u>Знать</u> синтаксис и основные конструкции языка Haskell, их преимущества и недостатки. <u>Уметь</u> составлять задание для написания программы на основании анализа бизнес процессов; писать программы на языке Haskell, использующие хвостовую и нехвостовую рекурсию, функции высших порядков, ленивые вычисления, алгебраические типы данных и классы типов; анализировать сложность программ. <u>Владеть</u> навыками чтения сообщения об ошибках и исправления ошибок, навыками чтения документации по языку Haskell, навыками составления документации для написанным программам.	контрольная работа, собеседование
ПК-11. Способен разрабатывать и анализировать	ПК-11.1. Знает методы разработки и анализа концептуальных и	<u>Знать</u> способы разработки ПО на языке Haskell для решения задач производственно-технологической	проект, собеседование

концептуальные и теоретические модели решаемых задач производственно-технологической деятельности	теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач. ПК-11.2. Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач. ПК-11.3 Имеет навыки применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач.	деятельности; способы задания и использования монад в языке Haskell; способы планирования времени для успешного выполнения еженедельных домашних заданий и программного проекта. <u>Уметь</u> использовать монады из библиотеки Haskell и определять новые монады для структурирования программ; планировать время для успешного выполнения программного проекта. <u>Владеть</u> навыками оценки результатов собственной деятельности и корректировки планов.	
---	---	---	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1. Трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе:	
аудиторные занятия (контактная работа):	33
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа(практические занятия / лабораторные работы)	16
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация — зачёт	

#### 3.2 Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Основные конструкции языка Haskell	13	2	2		4	9
2. Хвостовая и нехвостовая рекурсия	13	2	2		4	9
3. Функции высших порядков	13	2	2		4	9
4. Алгебраические типы данных, классы типов	13	2	2		4	9
5. Представление проекта	13	2	2		4	9
6. Монады	24	4	4		8	16
7. Окончание проекта	18	2	2		4	14
Текущий контроль (КСР)	1				1	

Промежуточная аттестация — зачёт						
Итого	108	16	16		35	75

Практические занятия (семинарские занятия) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает:

Проект, представляющий собой написание модульной программы для генерирования случайных функций алгебры логики, вывода их в инфиксной записи без лишних скобок с учётом приоритета и ассоциативности операций и проверки на принадлежность классам Поста.

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 16 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП:

разработка и применение современных высокопроизводительных вычислительных технологий, применение современных суперкомпьютеров в проводимых исследованиях;

развитие и использование математических и информационных инструментальных средств, автоматизированных систем в научной и практической деятельности;

- компетенций - ПК-4, ПК-11.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет, экзамен).

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде выполнения домашних заданий, работы с рекомендованной обязательной и дополнительной литературой, подготовке к лекциям, подготовке к зачету и экзамену и выполнения проекта. Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

#### 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине, включающий:

##### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		Зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	я от ответа						
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

### 5.2.1 Вопросы к зачету

Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
1. Основные типы данных языка Haskell (Integer, Int, Float, Bool, Char, String, кортежи, списки). Основные конструкции языка: if, case, образцы, определение функций, локальные определения (let и where).	ПК-4
2. Примеры рекурсивных функций на числах и списках, их трассировка. Хвостовая рекурсия.	ПК-4
3. Примеры ленивых вычислений. Бесконечные структуры данных, их использование. Замыкание списка.	ПК-4
4. Передача функций как аргументов и их возвращение как результатов. Каррирование (currying), сечение инфиксных операторов. Функции map, foldr и foldl, примеры их использования.	ПК-4
5. Структура модуля. Экспортируемые определения, сокрытие определений при импорте, импорт с указанием пространства имен.	ПК-4
6. Классы типов в Haskell на примере Eq, Ord и Show. Объявление принадлежности типа классу. Конструкторы типов.	ПК-11
7. Алгебраические типы данных. Конструкторы и деструкторы. Параметры-типы. Примеры, включая Maybe, Either, списки и деревья.	ПК-11
8. Полиморфизм, его виды. Полиморфизм в Haskell: параметрический и основанный на классах типов.	ПК-11
9. Монада Maybe.	ПК-4
10. Монада Either.	ПК-4
11. Монада [].	ПК-4
12. Монада R (монада состояния).	ПК-4
13. Законы монад, их проверка для Maybe.	ПК-4
14. До-нотация. Метод fail класса Monad. Связь замыкания списков и списочной монады.	ПК-4

### 5.2.2. Примеры заданий для для оценки компетенции ПК-11

1. Напишите функцию `unevenHandWriting :: String -> String`, которая берет строку и возвращает ее же, но каждая третья буква должна стать прописной, если была строчной и наоборот.
2. Напишите функцию `sumDigits :: String -> Int`, складывающую все цифры в строке. Например, `sumDigits "IN 47405"` возвращает 20, а `sumDigits "No digits here!"` возвращает 0.
3. Напишите функцию `transpose :: [[a]] -> [[a]]`, которая транспонирует прямоугольную матрицу. Матрица представлена в виде списка строк одинаковой длины. Например,  
> `transpose [[1,2,3],[4,5,6]]`  
`[[1,4],[2,5],[3,6]]`
4. Напишите функцию `merge :: [Int] -> [Int] -> [Int]`, которая сливает два упорядоченных списка в один.
5. Напишите функцию `composeAll :: [a -> a] -> (a -> a)`, берущую список функций и возвращающую их последовательную композицию (функция, являющаяся головой списка, применяется последней).

### 5.3.3. Тема проекта для проверки компетенций ПК-4, ПК-11

Написать модульную программу для генерирования случайных функций алгебры логики, вывода их в инфиксной записи без лишних скобок с учётом приоритета и ассоциативности операций и проверки на принадлежность классам Поста.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература

Кубенский, А. А. Функциональное программирование: учебник и практикум для академического бакалавриата. М.: Издательство Юрайт, 2017.

<https://biblio-online.ru/book/658E3C89-AAD5-498B-8B34-A29E1750D810>

### б) дополнительная литература

Lipovača, M. Learn You a Haskell for Great Good! A Beginner's Guide. 2011.

<http://learnyouahaskell.com/>

Книга опубликована под лицензией Creative Commons Attribution—NonCommercial—ShareAlike 3.0 («Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях»).

Курс «Язык и библиотеки Haskell 98». Интуит.

<http://www.intuit.ru/studies/courses/1174/233/info>

### в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Сайт языка Haskell [haskell.org](http://haskell.org)

Курс «Функциональное программирование». Computer Science Center.

<https://compscicenter.ru/courses/func-prog/2017-spring/>

[Язык и библиотеки Haskell 98](#)

Описание стандартных библиотек

<https://downloads.haskell.org/~ghc/latest/docs/html/libraries>

[Haskell 2010 Language Report](#)

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: компьютерный класс, проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО — магистратура по направлению 01.04.02 «Прикладная математика и информатика».

Автор: ст. преп.

\_\_\_\_\_ Макаров Е.М.

Рецензент(ы):

\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой: д. ф.-м. н.,

\_\_\_\_\_ доц. Н.Ю. Золотых.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от «30» ноября 2022 г. № 13