

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 президиума 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

02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Искусственный интеллект

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2023 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.01 «Функциональное программирование» относится к дисциплинам по выбору части Блока 1 «Дисциплины (модули)», формируемой участниками образовательных отношений, направления подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», направленность «Искусственный интеллект». Дисциплина преподается в 2 семестре.

№ Варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.05.01 «Функциональное программирование» относится к части ООП направления подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, 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-8. Способен к разработке новых алгоритмических, методических и технологических решений в конкретной сфере профессиональной деятельности	ПК-8.1. Знает принципы сбора и анализа информации, создания сложных информационных систем на стадиях жизненного цикла в условиях командной работы над проектами.	Знает инструменты и методы функционального программирования для разработки новых алгоритмических, методических и технологических решений в конкретной сфере профессиональной деятельности	Собеседование
	ПК-8.2. Умеет осуществлять управление проектами сложных информационных систем, в том числе, создаваемых на разных языках, на базе нескольких библиотек.	Умеет разрабатывать новые алгоритмические, методические и технологические решения в конкретной сфере профессиональной деятельности, применяя инструменты и методы функционального программирования	Собеседование, задание

	ПК-8.3. Имеет практический опыт анализа и интерпретации сложных информационных систем.	Имеет практический опыт разработки новых алгоритмических, методических и технологических решений в конкретной сфере профессиональной деятельности с применением инструментария и методики функционального программирования	<i>Собеседование, задание</i>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------

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):	32
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	16
- занятия лабораторного типа	
- текущий контроль (КСР)	
самостоятельная работа	75
Промежуточная аттестация — зачет	1

3.2 Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		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	14	2	2		4	10
5. Представление проекта	14	2	2		4	10
6. Монады	24	4	4		8	16
7. Окончание проекта	16	2	2		4	12
Текущий контроль (КСР)						
Промежуточная аттестация — зачет	1				1	
Итого	108	16	16		33	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: разработку программ на функциональном языке Haskell; включая такие конструкции языка, как: основные типы данных; основные конструкции языка; рекурсивные функции; ленивые вычисления; передача функций как аргументов; алгебраические типы данных; полиморфизм.

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, тестирование, оптимизация программного обеспечения (ПО). Разработка технической документации на продукцию в сфере ИТ.
- компетенций – ПК-8: Способен к разработке новых алгоритмических, методических и технологических решений в конкретной сфере профессиональной деятельности (ПК-8.3: Имеет практический опыт анализа и интерпретации сложных информационных систем.).

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет).

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 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 от ответа	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.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить	При решении стандартных задач не продемонстрированы	Продемонстрированы основные умения. Решены	Продемонстрированы все основные умения. Решены все	Продемонстрированы все основные умения. Решены все	Продемонстрированы все основные умения, решены все	Продемонстрированы все основные умения, решены все

	наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	основные умения. Имели место грубые ошибки.	типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	основные задачи с отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	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.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован 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 для контроля ПК-8

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,	ПК-8

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

5.2.2. Примеры заданий для оценки компетенции ПК-8

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-8

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

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 ОС ННГУ по направлению 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

Автор: ст. преп. Макаров Е. М.

Заведующий кафедрой: д. ф.-м. н., доц. Золотых Н.Ю.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.