

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**

**Теория языков программирования**

---

(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)

Нижний Новгород  
2022 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Б1.В.ДВ.05.02 «Теория языков программирования» относится к части ООП, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина «Теория языков программирования» преподается в третьем семестре. Трудоемкость 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.05.02, «Теория языков программирования» 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-12. Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач производственно-технологической деятельности	ПК-12.1. Знает основные методы разработки математических методов, системного и прикладного программного обеспечения для решения задач производственно-технологической деятельности. ПК-12.2. Умеет оценивать трудоемкость разработки программных средств для решения задач производственно-технологической деятельности. ПК-12.3. Имеет навыки разработки системного программного обеспечения для решения задач производственно-технологической деятельности.	Уметь писать программы на OCaml с использованием рекурсии, функций высших порядков и алгебраических типов. Владеть навыками чтения документации по языку OCaml. Владеть навыками отладки программ на OCaml. Знать основные определения и теоремы, связанные с лямбда-исчислением Знать определения операционной и денотационной семантик. Знать определение вызова по имени и вызова по значению Уметь моделировать исполнение программ на PCF согласно различным стратегиям Уметь записывать термы с индексами де Брауна Уметь строить выводы в типовом исчислении	Проект
ПК-5 Способность разрабатывать и применять математические	ПК-5.1. Знать типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного	Знать способы реализации принципов объектно-ориентированного программирования в языке	Собеседование

методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной деятельности	программного обеспечения для решения задач научной деятельности ПК-5.2. Уметь применять типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности. ПК-5.3 Иметь навыки разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности.	функционального программирования. Уметь разрабатывать модульную структуру программы для работы с разными типами данных. Знать особенности функционального программирования, его достоинства и недостатки. Уметь объяснять принципы функционального программирования.	
---	---	---	--

### 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				
		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. Основы языка OCaml. Типы данных, рекурсия, передача функций как аргументов, записи, императивное программирование, алгебраические типы данных.	20	4	4		8	12
2. Лямбда-исчисление. Свободные переменные, подстановки, редукции. Язык PCF.	18	3	3		6	12
3. Операционная семантика с малым и большим шагом. Вызов по имени и по значению.	16	2	2		4	12
4. Интерпретатор с окружениями. Индексы де Брауна. Реализация рекурсии.	19	3	3		6	13
5. PCF с типами. Типовая безопасность. Денотационная семантика для PCF с типами.	16	2	2		4	12
6. Ссылки и присваивание. Семантика PCF со ссылками.	18	2	2		4	14

Текущий контроль (КСР)	1				1	
Промежуточная аттестация — зачёт						
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 приложений на языке OCaml, программирование интерпретаторов PCF.

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 архитектуры, алгоритмических и программных решений системного и прикладного программного обеспечения;  
разработка языков программирования, алгоритмов, библиотек и пакетов программ, продуктов системного и прикладного программного обеспечения.
- компетенций - ПК-11, ПК-5.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (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 зачету и экзамену и выполнения проектов. 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:

##### 5.2. 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 незначительных 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

1. Типы данных языка OCaml. Работа с алгебраическими типами данных. ПК-12

2. Функции как значения первого класса. Библиотечные функции высших порядков, примеры их использования. ПК-12
3. Императивное программирование на OCaml, примеры. ПК-12
4. Определение лямбда-терма. Свободные и связанные переменные. Область видимости переменной. ПК-5
5. Подстановка, необходимость переименования связанных переменных. ПК-5
6. Бета-редукция. Нормальная форма терма. Теорема о конfluence. ПК-12
7. Нормальная стратегия. ПК-12
8. Стратегия вызова по значению с малым и большим шагом. ПК-5
9. Стратегия вызова по имени с малым и большим шагом. ПК-5
10. Интерпретатор с окружениями и с вызовом по значению и по имени. ПК-5
11. Функциональные объекты. ПК-5
12. Индексы де Брауна. Бета-редукция в термах, записанных с помощью индексов. ПК-12
13. Правила интерпретатора для реализации рекурсии. ПК-5
14. Исчисление для PCF с простыми типами. Примеры выводов. ПК-5
15. Леммы о продвижении и подстановки. ПК-12
16. Типовая безопасность PCF. ПК-5
17. Денотационная семантика для PCF с типами. ПК-5
18. Операционная семантика PCF со ссылками. ПК-5
19. Исчисление типов для PCF со ссылками. ПК-5
20. Типовая безопасность для PCF со ссылками. ПК-5

#### 5.2.2. Типовые задачи для оценки сформированности компетенции ПК-5

1. Сколько может быть различных нормальных форм у нетипизированного лямбда-терма? Отметьте все возможные варианты. а) 0, б) 1, в) 2, г) более 2.
2. Сколько может быть различных нормальных форм у типизированного лямбда-терма без рекурсии? Отметьте все возможные варианты. а) 0, б) 1, в) 2, г) более 2.
3. Сформулируйте свойство типовой безопасности для PCF.
4. Найдите значение следующего терма с точки зрения операционной семантики с малым и большим шагом.  

$$\text{let } x = 4 \text{ in let } f = \text{fun } y \rightarrow y + x \text{ in let } x = 5 \text{ in } f \ 6$$
5. Пусть  $t$  — некоторый терм,  $u = (\text{fun } y \rightarrow (t \ (y \ y)))(\text{fun } y \rightarrow (t \ (y \ y)))$ . Покажите, что  $u$  редуцируется к  $t \ u$ .
6. Каково значение терма  

$$\text{let } n = \text{ref } 0 \text{ in } ((\text{fun } x \rightarrow x + x) \ (n := !n + 1; 4)); !n$$
при вызове по значению и при вызове по имени?

#### 5.2.3. Типовые задания для оценки сформированности компетенции ПК-12

1. Напишите программу на языке OCaml, которая принимает на вход натуральное число  $n$  и возвращает 1, если число  $n$  является простым, и 0 в противном случае.
2. Напишите программу на языке OCaml, которая принимает список, представляющий множество, и возвращает его булеан.

#### 5.2.4. Описания проектов для оценки сформированности ПК-12

1. Напишите интерпретатор PCF с окружениями и вызовом по имени.
2. Запрограммируйте интерпретатор PCF с вызовом по значению, используя рациональные значения.

### 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### а) Основная литература

Введение в теорию программирования. Функциональный подход. Электронный курс.

<http://www.intuit.ru/studies/courses/39/39/info>

#### **б) Дополнительная литература**

Непейвода Н. Н., Скопин И. Н. Основания программирования. Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. 868 с. 2 экз.

Довек Ж., Леви Ж.-Ж. Введение в теорию языков программирования. М.: ДМК Пресс, 2013. 134 с.

<https://e.lanbook.com/book/82826>

#### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

Язык программирования OCaml <http://www.ocaml.org/>

Документация по OCaml <http://ocaml.spb.ru/>

### **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».

Авторы программы: \_\_\_\_\_

Ph.D., ст. преп. Е.М. Макаров

Рецензент: \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой АГиДМ \_\_\_\_\_ 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.