

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  
президиумом Ученого совета ННГУ  
протокол от  
«14» декабря 2021 г. № 4

## **Рабочая программа дисциплины**

**Основы теории вычислений**  
(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования  
**бакалавриат**  
(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки  
**01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Направленность образовательной программы  
**Прикладная математика и информатика (общий профиль)**

Форма обучения  
**очная**  
(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород

2022 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части.

Код дисциплины Б1.О.28.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.28 «Основы теории вычислений» относится к обязательной части ООП направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика».

## 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-1. Способен решать актуальные задачи прикладной математики и информатики	<i>ПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий для решения актуальных задач прикладной математики и информатики</i>	Знать утверждения дисциплины «Основы теории вычислений»	Собеседование Тест
	<i>ПК-1.2. Умеет применять базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий при решении актуальных задач прикладной математики и информатики</i>	Уметь решать математические задачи и проблемы, аналогичные ранее изученным: Для заданных языков уметь строить конечный автоматы, МП-автоматы, контекстно-свободные грамматики. Уметь доказывать нерегулярность языков, не принадлежность к классу контекстно-свободных языков. Определять вычислительную сложность задачи. Доказывать ранее изученные математические утверждения; проводить доказательства математических утверждений не аналогичных ранее изученным, но тесно примыкающих к ним;	Задания
	<i>ПК-1.3. Имеет практический опыт</i>	Владеть представлениями (навыками) об автоматах, формальных грамматиках,	Задачи

	решения актуальных задач прикладной математики и информатики	машинах Тьюринга, а также теории вычислимости и вычислительной сложности.	
--	--	---	--

### 3 Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>3 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>108</b>
<b>в том числе</b>	
<b>контактная работа:</b>	<b>33</b>
- занятия лекционного типа	<b>32</b>
- текущий контроль (КСР)	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>38</b>
<b>Промежуточная аттестация – экзамен</b>	<b>36</b>

#### 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	
Автоматы и формальные грамматики. Конечные автоматы. Формальные грамматики. Автоматы с магазинной памятью.	25	10			10	15
Машины Тьюринга Машины Тьюринга. Разрешимость языков. Алгоритмическая неразрешимость.	18	10			10	8
Вычислительная сложность Вычислительная сложность. Класс P, NP. Класс NP-полных языков.	27	12			12	15
Текущий контроль (КСР)	2				2	
Промежуточная аттестация – экзамен	36					
Итого	108	32			34	38

Текущий контроль успеваемости реализуется в форме опросов на занятиях лекционного типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (экзамен).

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

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Основы теории вычислений» включает выполнение заданий под контролем преподавателя, решение домашних заданий и подготовку к зачету.

Для самоконтроля у студента имеется возможность изучения материала в дистанционном управляемом курсе (требуется авторизация): <https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1507>

#### Тематика самостоятельной работы

1. Построение КА. Проверка задания.
2. Доказательство нерегулярности языка по Лемме о разрастании. Проверка задания.
3. Построение КСГ. Проверка задания.
4. Доказательство, что язык не является КСЯ по Лемме о разрастании. Проверка задания.
5. Построение МП автомата. Проверка задания.

#### Вопросы для самостоятельной работы

1. КА и регулярные языки.
2. Примеры построения КА.
3. Лемма о разрастании для регулярных языков.
4. Примеры построения КСГ

#### 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 наличие умений вследствие отказа обучающегося	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными	Продemonстрированы все основные умения, Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном

	я от ответа	ошибки.	все задания, но не в полном объеме.	задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	объеме, но некоторые с недочетами.	недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	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	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»

зачтено		
---------	--	--

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

### 5.2.1. Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
1. КА и регулярные языки.	ПК-1
2. Примеры построения КА.	ПК-1
3. Замкнутость регулярных языков относительно операций объединения, пересечения и дополнения.	ПК-1
4. Недетерминированные КА и определяемые ими языки.	ПК-1
5. Теорема о регулярности языков, определяемых недетерминированными КА.	ПК-1
6. Лемма о разрастании для регулярных языков.	ПК-1
7. Примеры доказательства нерегулярности языков.	ПК-1
8. Формальные грамматики и языки, порождаемые грамматиками.	ПК-1
9. Классификация грамматик по Хомскому.	ПК-1
10. Совпадение класса регулярных языков и языков типа 1.	ПК-1
11. Контекстно-свободные грамматики (КСГ) и контекстно-свободные языки (КСЯ).	ПК-1
12. Дерево вывода.	ПК-1
13. Примеры построения КСГ.	ПК-1
14. Лемма о разрастании для КСЯ.	ПК-1
15. Примеры языков не являющихся КСЯ.	ПК-1
16. Вопросы замкнутости КСЯ относительно операций объединения, пересечения, дополнения, конкатенации и итерации.	ПК-1
17. МП-автоматы и распознаваемые ими языки.	ПК-1
18. Примеры построения МП-автоматов.	ПК-1
19. Вопросы замкнутости КСЯ относительно операций объединения, пересечения и дополнения.	ПК-1

### 5.2.2. Типовые задачи текущего контроля успеваемости для оценки сформированности компетенции ПК-1

#### Задача 1.

Построить КА, распознающий заданный язык.

**Задача 2.**

Доказать нерегулярность заданного языка, используя лемму о разрастании.

**Задача 3.**

По КА определить распознаваемый им язык.

**5.2.3. Типовые задания к экзамену для оценки сформированности компетенции ПК-3****Знание модели КА**

Понятия КА. Примеры построения КА.

**Умение доказывать нерегулярность языков**

Доказывать нерегулярность языков через Лемму о разрастании.

**Знание модели КСГ**

Понятия КСГ. Примеры построения КСГ.

**Знание понятие вычислительной сложности**

Понятия вычислительной сложности машины Тьюринга.

Понятия класса сложности языка.

Для заданной машины Тьюринга оценить ее вычислительную сложность.

**Знание понятие вычислительной сложности**

Понятия вычислительной сложности машины Тьюринга.

Понятия класса сложности языка.

**Умение строить оценку вычислительной сложности**

Для заданной машины Тьюринга оценить ее вычислительную сложность.

**Знание понятия NP-полноты**

Понятие класса NP-полных языков.

**Умение доказывать NP-полноту языков**

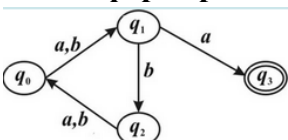
Для заданного языка доказать его NP-полноту, используя одну из 6 основных NP-полных задач.

**5.2.4. Типовые вопросы для проведения собеседования**

1. Машины Тьюринга (МТ). Языки распознаваемые и разрешимые по Тьюрингу. Примеры построения МТ.	ПК-1
2. Код МТ. Утверждение о существовании языков не распознаваемых по Тьюрингу.	ПК-1
3. Неразрешимость языка $L_{MT}$ .	ПК-1
4. Необходимое и достаточное условие разрешимости. Нераспознаваемость языка $\bar{L}_{MT}$ .	ПК-1
5. Неразрешимость языка $H_{MT}$ .	ПК-1
6. Многоленточные МТ. Теорема об эквивалентности многоленточных и одноленточных МТ.	ПК-1
7. Недетерминированные МТ. Теорема об эквивалентности	ПК-1

детерминированных и недетерминированных МТ.	
8. Вычислительная сложность. Верхняя асимптотическая оценка. Классы $TIME(t(n))$ , $P$ . Примеры языков класса $P$ .	ПК-1
9. Теорема о связи вычислительной сложности многоленточных и одноленточных МТ.	ПК-1
10. Классы $NTIME(t(n))$ , $NP$ . Примеры языков класса $NP$ .	ПК-1
11. Теорема о связи вычислительной сложности недетерминированных и детерминированных МТ.	ПК-1
12. Полиномиальная вычислимость. Полиномиальная сводимость.	ПК-1
13. Класс $NP$ -полных языков.	ПК-1
14. Теорема Кука-Левина. Условие $NP$ -полноты. 6 основных $NP$ -полных задач.	ПК-1

### 5.2.5. Типовые тестовые вопросы для оценки сформированности компетенции ПК-1

Задан детерминированный конечный автомат  с входным алфавитом  $A=\{a,b\}$ .

Какие из следующих слов принадлежат языку  $L(K)$ ?

$abab$   
 $aba$   
 $bbbba$   
 $aabab$   
 $ba$

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Коган Д.И., Бабкина Т.С. Основы теории конечных автоматов и регулярных языков. Учебное пособие. Издательство ННГУ. 2002. (30 экз.)
2. Афраимович Л.Г. Основы информатики электронный Электронно-управляемый курс. 253Е.14.08 – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014.

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

[http://www.unn.ru/books/met\\_files/TAFG.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/TAFG.pdf)

<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1507>

## 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 (наличие терминал-класса) обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.



Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Автор: д.ф.-м.н., профессор кафедры ИАНИ Афраимович Л.Г.

Рецензент: д.т.н., профессор НГТУ им. Р.Е. Алексеева Ломакина Л.С.

Заведующий кафедрой ИАНИ: д.т.н. Прилуцкий М.Х.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 1 декабря 2021 года, протокол № 2.