

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

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Теория вычислимости

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

09.03.03 - Прикладная информатика

---

Направленность образовательной программы

Прикладная информатика в области принятия решений

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.18 Теория вычислимости относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

| Формируемые компетенции<br>(код, содержание компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции   |   | Наименование оценочного средства   |   |
|--|---|---|------------------------------------|---|
|  | Индикатор достижения компетенции<br>(код, содержание индикатора)  | Результаты обучения по дисциплине   | Для текущего контроля успеваемости | Для промежуточной аттестации              |
| УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | УК-1.1: Демонстрирует знание принципов сбора, отбора и обобщения информации, базирующихся на системном подходе.<br>УК-1.2: Демонстрирует умение соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности.<br>УК-1.3: Демонстрирует наличие практического опыта работы с информационными источниками, опыта научного поиска и представления научных результатов. | УК-1.1:<br>Знать утверждения дисциплины «Теория вычислимости»: машины Тьюринга, распознаваемость языка.<br><br>УК-1.2:<br>Уметь доказывать нераспознаваемость языков, доказывать сводимость языков.<br><br>УК-1.3:<br>Владеть представлениями (навыками) об анализе алгоритмов. | Задачи                             | Экзамен:<br>Контрольные вопросы<br>Задачи |
| ПК-9: Способен моделировать прикладные (бизнес) процессы и объекты предметной области  | ПК-9.1: Демонстрирует знание методических основ моделирования процессов и объектов предметной области.<br>ПК-9.2: Демонстрирует умение применения знаний к моделированию прикладных процессов и объектов предметной области при разработке программного обеспечения ИС.<br>ПК-9.3: Имеет практический опыт моделирования процессов и объектов на примере  | ПК-9.1:<br>Знать понятия дисциплины «Теория вычислимости»: вычислительная сложность и классы сложности<br><br>ПК-9.2:<br>Уметь доказывать алгоритмическую неразрешимость языков.<br><br>ПК-9.3:<br>Владеть представлениями (навыками) об анализе сложности задач.               | Задачи                             | Экзамен:<br>Контрольные вопросы<br>Задачи |

|  |                                |  |  |  |
|--|--------------------------------|--|--|--|
|  | конкретной предметной области. |  |  |  |
|--|--------------------------------|--|--|--|

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

|  |                |
|--|----------------|
|  | <b>очная</b>   |
| <b>Общая трудоемкость, з.е.</b>  | <b>3</b>       |
| <b>Часов по учебному плану</b>   | <b>108</b>     |
| в том числе  |                |
| <b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>                           |                |
| - занятия лекционного типа   | 32             |
| - занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы) | 0              |
| - КСР  | 2              |
| <b>самостоятельная работа</b>  | <b>38</b>      |
| <b>Промежуточная аттестация</b>  | <b>36</b>      |
|  | <b>Экзамен</b> |

#### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

| Наименование 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 (практические занятия/лабораторные работы), часы | Всего       |   |
|  | о<br>ф<br>о  | о<br>ф<br>о  | о<br>ф<br>о  | о<br>ф<br>о | о<br>ф<br>о                               |
| Машины Тьюринга                        | 35           | 20   |  | 20          | 15  |
| Сводимость                             | 22           | 7  |  | 7           | 15  |
| Примеры прикладных задач               | 13           | 5  |  | 5           | 8   |
| Аттестация                             | 36           |  |  |             |   |
| КСР                                    | 2            |  |  | 2           |   |
| Итого                                  | 108          | 32   | 0  | 34          | 38  |

#### Содержание разделов и тем дисциплины

Машины Тьюринга

Распознаваемость, разрешимость.

Сводимость

Концепция сводимости.

Применение при доказательстве разрешимости языков.

Примеры прикладных задач

Доказательство неразрешимости, доказательство нераспознаваемости.

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

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Теория автоматов и формальные грамматики (раздел 3)" (<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=1507>).

Иные учебно-методические материалы: Вопросы для самостоятельной работы

1. Машины Тьюринга (МТ).
2. Языки распознаваемые и разрешимые по Тьюрингу.
3. Примеры построения МТ.
4. Многоленточные МТ.
5. Теорема об эквивалентности многоленточных и одноленточных МТ.
6. Недетерминированные МТ.
7. Теорема об эквивалентности детерминированных и недетерминированных МТ.
8. Код МТ.
9. Утверждение о существовании языков не распознаваемых по Тьюрингу.
10. Неразрешимость языка LMT.
11. Необходимое и достаточное условие разрешимости.
12. Нераспознаваемость языка .
13. Неразрешимость языка НМТ.
14. Сводимость языков, условия разрешимости и распознаваемости.

Коган Дмитрий Израилевич. Учебно-методическая разработка для самостоятельной работы студентов по курсу «Теория алгоритмов и математическая логика» при изучении темы «Концепции конечного автомата и регулярного языка. Операции над регулярными языками» / Д. И. Коган, Т. С. Бабкина ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Факультет вычислительной математики и кибернетики. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2000. - 44 с. - Текст : электронный. <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=824501&idb=0>

#### **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

**5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

**5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции УК-1:**

Задача 1. Построить машину Тьюринга, разрешающую заданный язык.

Задача 2. Построить недетерминированную машину Тьюринга, разрешающую заданный язык.

Задача 3. По машине Тьюринга определить распознаваемый ей язык.

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-9:

Задача 1. Доказать нераспознаваемость языка  $\overline{L}_{MT}$ .

Задача 2. Доказать неразрешимость языка НМТ.

Задача 3. Показать сводимость заданных языков.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

| Оценка              | Критерии оценивания  |
|---------------------|--|
| превосходно         | Описаны все этапы решения задания, результаты работы представлены преподавателю в срок, при этом применен творческий подход к решению нестандартных задач.   |
| отлично             | Описаны все этапы решения задания, результаты работы представлены преподавателю в срок.  |
| очень хорошо        | Выполнены основные этапы решения задания или задача решена с незначительными недочетами, результаты работы представлены преподавателю в срок.  |
| хорошо              | Выполнены часть этапов решения задания (задачи) или задача решена с недочетами, результаты работы представлены преподавателю в срок.   |
| удовлетворительно   | Выполнены часть этапов решения задания (задачи) или задача решена с существенными недочетами, результаты работы представлены преподавателю, но с отклонениями от сроков.                           |
| неудовлетворительно | Выполнены не все этапы выполнения задания (задачи) или выполнены не в полном объеме, представлено неполное описание этапов выполнения заданий или результаты работы не представлены преподавателю. |
| плохо               | Студент не приступал к выполнению заданий (задач).   |

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

| Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения 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. Ошибок нет.  | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.   |
| <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 базовых навыков. 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 оценивания при промежуточной аттестации

| Оценка  |             | Уровень подготовки   |
|---------|-------------|--|
| зачтено | превосходно | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой |

|                   |                            |  |
|-------------------|----------------------------|--|
|                   | <b>отлично</b>             | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».  |
|                   | <b>очень хорошо</b>        | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»  |
|                   | <b>хорошо</b>              | Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».   |
|                   | <b>удовлетворительно</b>   | 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» |
| <b>не зачтено</b> | <b>неудовлетворительно</b> | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».   |
|                   | <b>плохо</b>               | Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»  |

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции УК-1

Машины Тьюринга (МТ).

Языки распознаваемые и разрешимые по Тьюрингу.

Примеры построения МТ.

Многоленточные МТ.

Теорема об эквивалентности многоленточных и одноленточных МТ.

Недетерминированные МТ.

Теорема об эквивалентности детерминированных и недетерминированных МТ.

Код МТ.

Утверждение о существовании языков не распознаваемых по Тьюрингу.

Неразрешимость языка  $L_{MT}$ .

#### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-9

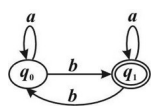
Необходимое и достаточное условие разрешимости.

|   |
|---|
| Нераспознаваемость языка .                                  |
| Неразрешимость языка $H_{MT}$ .                             |
| Сводимость языков, условия разрешимости и распознаваемости. |
| Нераспознаваемость языков $E_{MT}$ и $\overline{E_{MT}}$ .  |

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

| Оценка              | Критерии оценивания   |
|---------------------|---|
| превосходно         | Студент дал развернутый ответ на все вопросы и при этом продемонстрировал знание дополнительного материала. |
| отлично             | Студент дал развернутый ответ на все вопросы.   |
| очень хорошо        | Студент дал ответ на все вопросы, возможно с незначительными недочетами.                                    |
| хорошо              | Студент ответил на большую часть вопросов с существенными недочетами.                                       |
| удовлетворительно   | Студент ответил на большую часть вопросов с существенными недочетами.                                       |
| неудовлетворительно | При ответе студент допускает грубые ошибки в основном материале и решении стандартных задач.                |
| плохо               | Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач.                             |

### 5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции УК-1

Задан детерминированный конечный автомат  с входным алфавитом  $A=\{a,b\}$ . Найти  $L(K)$ .

### 5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-9

Построить машину Тьюринга, распознающий язык  $L = \{a^n b^n | n \in N\}$  .

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

| Оценка      | Критерии оценивания   |
|-------------|---|
| превосходно | Описаны все этапы решения задания, результаты работы представлены |



| Оценка              | Критерии оценивания  |
|---------------------|--|
|                     | преподавателю в срок, при этом применен творческий подход к решению нестандартных задач.   |
| отлично             | Описаны все этапы решения задания, результаты работы представлены преподавателю в срок.  |
| очень хорошо        | Выполнены основные этапы решения задания или задача решена с незначительными недочетами, результаты работы представлены преподавателю в срок.  |
| хорошо              | Выполнены часть этапов решения задания (задачи) или задача решена с недочетами, результаты работы представлены преподавателю в срок.   |
| удовлетворительно   | Выполнены часть этапов решения задания (задачи) или задача решена с существенными недочетами, результаты работы представлены преподавателю, но с отклонениями от сроков.                           |
| неудовлетворительно | Выполнены не все этапы выполнения задания (задачи) или выполнены не в полном объеме, представлено неполное описание этапов выполнения заданий или результаты работы не представлены преподавателю. |
| плохо               | Студент не приступал к выполнению заданий (задач).   |

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Коган Дмитрий Израилевич. Учебно-методическая разработка для самостоятельной работы студентов по курсу «Теория алгоритмов и математическая логика» при изучении темы «Концепции конечного автомата и регулярного языка. Операции над регулярными языками» / Д. И. Коган, Т. С. Бабкина ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского, Факультет вычислительной математики и кибернетики. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2000. - 44 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=824501&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Батищев Дмитрий Иванович. Вычислительная сложность экстремальных задач переборного типа : учеб. пособие / ННГУ. - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. ун-та, 1994. - 111 с. - 0.00., 4 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Операционные системы семейства MicrosoftWindows, лицензия по подписке MicrosoftImagine.  
2. Браузер Google Chrome, предоставляется бесплатно на условиях лицензионных соглашений на программное обеспечение с открытым исходным кодом.

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

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 подготовки 09.03.03 - Прикладная информатика.

Автор(ы): Афраимович Лев Григорьевич, доктор физико-математических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Прилуцкий Михаил Хаимович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 13.12.2023, протокол № 3.