|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  Озерский технологический институт -  филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения  высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  (ОТИ НИЯУ МИФИ) | | | |
| Кафедра прикладной математики | | |
| УТВЕРЖДАЮ  ДИРЕКТОР  И. А. Иванов  « 24 » мая 2021 г. | | |
| РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ | | |
| Теория автоматов | | |
| (наименование дисциплины ) | | |
|  | | |
| Направление подготовки (специальность): |  | |
|  |  | |
| Профиль подготовки: |  | |
|  |  | |
| Наименование образовательной программы: |  | |
|  |  | |
| Квалификация (степень) выпускника: | бакалавр |  |
| (бакалавр, магистр, специалист) |  |
|  |  | |
| Форма обучения: | очная |  |
| (очная, очно-заочная (вечерняя), заочная) |  |

г. Озёрск, 2021 г.

# ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины «Теория автоматов» является изучение:

- математических основ теории автоматов;

- математических основ теории формальных языков и грамматик;

- преобразований грамматик с целью приведения их к некоторой нормальной форме;

- регулярных языков, регулярных выражений и конечных автоматов;

- контекстно-свободных языков и автоматов с магазинной памятью;

- методов синтаксического разбора с возвратами и табличных алгоритмов;

- методов детерминированного нисходящего анализа;

- методов детерминированного восходящего анализа;

- машин Тьюринга как формализации понятия алгоритма;

# МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина «Теория автоматов» входит Блок 1 «Дисциплины (модули)» в формируемую участниками образовательных отношений часть основной образовательной программы бакалавриата «Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем».

# КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины студент должен ЗНАТЬ:

- методы анализа и синтеза булевых функций;

- основы теории формальных языков;

- классификацию формальных языков по Н. Хомскому;

- свойства регулярных языков;

- свойства контекстно-свободных языков;

- построение цепочек и деревьев вывода;

- способы задания регулярных языков;

- способы задания и построения конечных автоматов;

- методы детерминированного нисходящего синтаксического разбора;

- методы детерминированного восходящего синтаксического разбора;

- алгоритмически неразрешимые и частично разрешимые проблемы;

В результате изучения дисциплины студент должен УМЕТЬ:

- минимизировать булевы функции;

- составлять лексические и синтаксические грамматики;

- строить цепочки и деревья вывода;

- разрабатывать конечные автоматы для лексического анализа;

- разрабатывать МП-автоматы для синтаксического анализа;

В результате изучения дисциплины студент должен ВЛАДЕТЬ:

- методами описания регулярных языков;

- методами проектирования конечных автоматов;

- методами формального описания языков программирования;

В результате освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции и планируются следующие результаты обучения по дисциплине:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | **Компетенция / Индикатор** | **Содержание** | **Результаты обучения по дисциплине** |
|  | **ПК-5.3** | **способен разрабатывать требования и проектировать программное обеспечение** |  |
|  | ПК-5.3.1 | З-ПК-5.3 знать принципы, технологии, подходы и инструменты, используемые при разработке математического, информационного, технического, лингвистического, программного, эргономического, организационного и правового обеспечения программного обеспечения средств вычислительной техники и автоматизированных систем |  |
|  | ПК-5.3.2 | У-ПК-5.3 уметь разрабатывать требования к математическому, информационному, техническому, лингвистическому, программному, эргономическому, организационному и правовому обеспечению программного обеспечения средств вычислительной техники и автоматизированных систем, проектировать его |  |
|  | ПК-5.3.3 | В-ПК-5.3 владеть навыками разработки требований к математическому, информационному, техническому, лингвистическому, программному, эргономическому, организационному и правовому обеспечению программного обеспечения средств вычислительной техники и автоматизированных систем, навыками следования этим требованиям |  |
|  | **ОПК-8** | Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения; |  |
|  | ОПК-8.1 | З-ОПК-8 Знать: алгоритмические языки программирования, операционные системы и оболочки, современные среды разработки программного обеспечения |  |
|  | ОПК-8.2 | У-ОПК-8 Уметь: составлять алгоритмы, писать и отлаживать коды на языке программирования, тестировать работоспособность программы, интегрировать программные модули |  |
|  | ОПК-8.3 | В-ОПК-8 Владеть: языком программирования; навыками отладки и тестирования работоспособности программы |  |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Общая трудоемкость дисциплины составляет | 7 | кредитов, |  |  |
| часов | 252 |  |  |  |

в том числе: контактная работа 132, самостоятельная работа 84, контроль 36

по семестрам:

5 семестр: контактная работа 68 (лекции 34, практики 34), самостоятельная работа 40, зачет

6 семестр: контактная работа 64 (лекции 32, практики 32), самостоятельная работа 44, контроль 36 (экзамен)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Раздел учебной дисциплины | Недели | Виды учебной деятельности, включая СРС, трудоемкость (в часах) | | | | Текущий контроль успеваемости (*неделя, форма*) | Аттестация раздела  (*неделя, форма*) | Макс. балл за раздел |
| Лекции | Практ. занятия/ семинары | Лаб. раб. | СРС |
|  | 5 семестр |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Математические основы теории автоматов | 1-5 | 10 | 10 | 0 | 10 | 1-5ПР | 5КР1 | 14 |
| 2 | Формальные языки и грамматики | 6-10 | 8 | 8 | 0 | 10 | 6-10ПР | 8КР2 | 14 |
| 3 | Преобразование грамматик | 10-13 | 6 | 6 | 0 | 10 | 10-13ПР | 12ДЗ1 | 8 |
| 4 | Конечные автоматы | 14-18 | 10 | 10 | 0 | 10 | 14-18ПР | 16ДЗ2 | 14 |
|  | Всего часов: | 1-18 | 34 | 34 | 0 | 40 | 144 |  | 0 |
|  | Итого баллов за семестр: |  | 72 | 72 |  | 144 |  |  | 50 |
|  | Зачет: |  |  |  |  |  |  |  | 50 |
|  | Итого за 5 семестр: |  |  |  |  |  |  |  | 100 |
|  | 6 семестр |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Регулярные множества и выражения | 1-4 | 8 | 8 | 0 | 9 | 1-4ПР | 5КР3 | 12 |
| 2 | МП-автоматы | 5-8 | 8 | 8 | 0 | 9 | 5-8ПР | 7КР4 | 12 |
| 3 | МП-автоматы LL | 9-10 | 4 | 4 | 0 | 11 | 9-10ПР | 10ДЗ3 | 8 |
| 4 | МП-автоматы предшествования | 11-12 | 4 | 4 | 0 | 2 | 11-12ПР |  | 6 |
| 5 | МП-автоматы LR | 13-14 | 4 | 4 | 0 | 11 | 13-14ПР | 15ДЗ4 | 6 |
| 6 | Машины Тьюринга | 15-16 | 4 | 4 | 0 | 2 | 15-16ПР |  | 6 |
|  | Всего часов: | 1-16 | 32 | 32 | 0 | 44 | 108 |  | 0 |
|  | Итого баллов за семестр: |  | 64 | 64 |  | 88 |  |  | 50 |
|  | Экзамен: |  |  |  |  |  |  |  | 50 |
|  | Итого за 6 семестр: |  |  |  |  |  |  |  | 100 |

Обозначения оценочных средств: ПР - практическая работа, КР - контрольная работа, ДЗ - индивидуальное домашнее задание.

Содержание разделов учебной дисциплины

5 семестр

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Раздел учебной дисциплины | Содержание раздела |
| 1 | Математические основы теории автоматов | Математические основы теории автоматов. Введение в предметную область. Основы теории множеств. Булевы функции. Свойства булевых функций. Нормальные формы представления булевых функций. Преобразование в нормальную форму. Реализация булевых функций. Минимизация булевых функций. Карты Карно. Функциональная полнота. Алгебра Жегалкина и линейные функции. Замкнутые классы булевых функций. Теорема Поста. Формы представления булевых функций. Семантические деревья. Бинарные диаграммы решений. |
| 2 | Формальные языки и грамматики | Символы, знаки, алфавит. Цепочки, операции с цепочками. Способы задания языков. Формальные грамматики. Классификация грамматик и языков по Н. Хомскому. РБНФ. Синтаксические диаграммы. Вывод, цепочка вывода. Сентенциальный вывод. Левосторонний и правосторонний выводы. Деревья вывода. Построение дерева вывода методом снизу вверх и снизу вверх. Линейная запись дерева вывода. Неоднозначность грамматик. Однозначность и эквивалентность грамматик. Правила, приводящие грамматику к неоднозначному виду. |
| 3 | Преобразование грамматик | Преобразование КС-грамматик. Алгоритмы удаления бесплодных и недостижимых символов, λ-правил и цепных правил. Преобразование КС-грамматик. Устранение левой рекурсии. Преобразование КС-грамматики в нормальную форму Хомского. Левая факторизация. Распознаватели языков. Классификация распознавателей. Лексика, синтаксис и семантика языков программирования. |
| 4 | Конечные автоматы | Задачи лексического разбора. Лексемы и токены. Регулярные грамматики и языки. Автоматные грамматики. Преобразование регулярной грамматики в автоматную. Конечные автоматы. Автоматы Мили и Мура. Граф переходов, таблица переходов конечного автомата. Полностью определенные конечные автоматы. Построение конечного автомата по автоматной грамматике. Построение автоматной грамматики по конечному автомату. Недетерминированные и детерминированные конечные автоматы. Построение детерминированного конечного автомата. Минимизация конечных автоматов. |

6 семестр

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Раздел учебной дисциплины | Содержание раздела |
| 1 | Регулярные множества и выражения | Операции над регулярными языками. Регулярные множества и выражения. Регулярные уравнения и системы уравнений с регулярными коэффициентами. Метод последовательных подстановок. Построение регулярной грамматики по регулярному выражению. Построение регулярного выражения по регулярной грамматике. Свойства регулярных языков. Лемма о разрастании регулярных языков. Конечные преобразователи. Автоматизация построения лексических распознавателей, программа LEX, синтаксис описания лексических грамматик. |
| 2 | МП-автоматы | Задачи синтаксического разбора. КС-языки и грамматики. МП-автоматы. Свойства КС-языков. Детерминированные КС-языки. Лемма о разрастании КС-языков. Нисходящий распознаватель с возвратами. Алгоритм с подбором альтернатив. Восходящий распознаватель с возвратами. Алгоритм «Сдвиг-свёртка». Алгоритм Кока‑Янгера‑Касами. Алгоритм Эрли. |
| 3 | МП-автоматы LL | Метод рекурсивного спуска. Расширенное применение метода рекурсивного спуска. Предиктивный анализ. Грамматики класса LL(k). Множества FIRST и FOLLOW. Распознаватели грамматик класса LL(1). |
| 4 | МП-автоматы предшествования | Восходящий синтаксический разбор. Основа. Активные префиксы. Грамматики простого предшествования. Грамматики операторного предшествования. Остовная грамматика. Функции приоритета. |
| 5 | МП-автоматы LR | Грамматики класса LR(k). Свойства. Алгоритм разбора цепочек. Построение канонической системы LR(0) пунктов и синтаксической таблицы разбора SLR(1) грамматики. |
| 6 | Машины Тьюринга | Формальные модели алгоритмов. Машины Тьюринга. Алгоритмически неразрешимые проблемы. Частично разрешимые проблемы. |

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации образовательных технологий. При освоении разделов дисциплины используется сочетание видов учебной деятельности (лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента) с использованием интерактивных форм проведения занятий в аудитории.

Используемые образовательные технологии при изучении данной дисциплины:

- контекстное обучение;

- метод проектов;

- работа в команде;

- дискуссия;

- тренинг;

Интерактивные формы проведения занятий составляют 27 часов или 20% от общего объема аудиторных занятий.

# ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

## Текущий контроль проводится в виде контроля выполнения практических работ.

Примерные темы практических работ

5 семестр

1. Разработка учебного консольного приложения для преобразования грамматик.
2. Проектирование структур данных двоичного представления грамматик.
3. Разработка классов грамматики.
4. Реализация алгоритмов удаления бесполезных и недостижимых символов.
5. Реализация алгоритма удаления пустых правил грамматики.
6. Реализация алгоритма удаления цепных правил грамматики.
7. Реализация алгоритма устранения левой рекурсии.
8. Реализация алгоритма устранения левой рекурсии (продолжение).
9. Реализация алгоритма левой факторизации.
10. Реализация алгоритма приведения грамматики к нормальной форме Хомского.
11. Реализация алгоритма приведения регулярной грамматики к автоматному виду.
12. Проектирование структур данных двоичного представления конечных автоматов.
13. Разработка класса конечного автомата.
14. Реализация алгоритма построения конечного автомата на основе автоматной грамматики.
15. Реализация алгоритма построения автоматной грамматики на основе конечного автомата.
16. Реализация алгоритма построения ДКА на основе НКА.
17. Реализация алгоритма минимизации конечного автомата.

6 семестр

1. Разработка синтаксических грамматик для заданного языка.

Примеры вариантов:

Вариант 1. Язык BASIC. Операции +, –, \*, /. Операторы =, IF, FOR.

Вариант 2. Язык BASIC. Операции +, –, \*, /. Операторы =, IF, WHILE.

Вариант 3. Язык BASIC. Операции +, –, =, <, >. Операторы =, IF, FOR.

Вариант 4. Язык BASIC. Операции +, –, =, <, >. Операторы =, IF, WHILE.

Вариант 5. Язык PASCAL. Операции +, –, \*, /. Операторы :=, IF, FOR.

Вариант 6. Язык PASCAL. Операции +, –, \*, /. Операторы :=, IF, WHILE.

Вариант 7. Язык СИ. Операции +, –, \*, /. Операторы =, IF, FOR.

Вариант 8. Язык СИ. Операции +, –, \*, /. Операторы =, IF, WHILE.

1. Разработка консольного приложения для лексического анализа.
2. Разработка предварительного лексического анализатора.
3. Разработка конечных автоматов лексического анализатора (6 часов).
4. Разработка структуры данных для представления токенов.
5. Формирование потока токенов в виде промежуточного файла.
6. Разработка консольного приложения для синтаксического анализатора.
7. Реализация алгоритма рекурсивного спуска.
8. Реализация алгоритма расширенного применения рекурсивного спуска.
9. Реализация алгоритма разбора грамматик простого предшествования.
10. Реализация алгоритма разбора грамматик класса LL(1).
11. Реализация алгоритма разбора грамматик класса LR(1).
12. Разработка классов ПОЛИЗ.

## Рубежный контроль (аттестация раздела) проводится в виде контрольных работ и индивидуальных домашних заданий.

### Контрольная работа № 1, семестр 5.

Тема: Минимизация логических функций.

Время проведения - 5 неделя.

Минимизировать логическую функцию, заданную таблицей истинности.

Переменные - a, b, c. Функция - y для вариантов 1-8.

Варианты:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| a | b | c | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |

### Контрольная работа № 2, семестр 5.

Тема: Классификация грамматик, вывод и дерево вывода.

Время проведения - 12 неделя.

Определить класс грамматики, построить вывод и дерево вывода.

Варианты:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Грамматика | Цепочка |
| 1 | S→ a | c | Sa | Sb | Sc | cabcbcabab |
| 2 | S→ D | SD D→ 0 | 1 | 2 | 3 | 0123012301 |
| 3 | S→ 0 | 1 | 2 | S0 | S1 | S2 | 0120120120 |
| 4 | S→ aAc A→ b | Adb | abdbdbdbdbc |
| 5 | S→ aB | bA A→ a | Ba B→ b | Ab | ababababab |
| 6 | S→ ABc A→ a | Aa B→ b | Bb | aaaabbbbc |
| 7 | S→ a | aA A→ b | bB B→ c | cA | abcbcbcbc |
| 8 | S→ AB A→CD B→b | bB C→ c D→ d | cdbbbbb |

### Контрольная работа № 3, семестр 6.

Тема: Регулярные выражения и множества.

Время проведения - 5 неделя.

Определить регулярное множество по регулярному выражению (первые 10 элементов).

Варианты:

|  |  |
| --- | --- |
| № | Регулярное выражение |
| 1 | abb\*cc\*ab |
| 2 | aaa\*bbb\*ccc |
| 3 | a\*bb\*cccc |
| 4 | a+bb\*+cc\* |
| 5 | (a+b)\*(a+b+c)\* |
| 6 | (a+b+c)(a+b+c)\*a\* |
| 7 | (aa\*+bb\*)c |
| 8 | aa\*bb\*(a\* + b\*) |

### Контрольная работа № 4, семестр 6.

Тема: Построение синтаксической таблицы LL(1).

Время проведения - 10 неделя.

Построить LL(1) таблицу синтаксического анализа

Варианты:

|  |  |
| --- | --- |
| № | Грамматика |
| 1 | S→ Ab | Bc A→ a | bC B→ c | dC C→ e | λ |
| 2 | S→ ABc A→ bA | λ B→ cB | λ |
| 3 | S→ ABC A→ aD | λ B→ bD | λ C→ c D→ d |
| 4 | S→ AbCd A→ aA | λ C→ cC | λ |
| 5 | S→ AbcD A→ aA | cA | λ D→ d | λ |
| 6 | S→ aA | bA A→ aB | bB B→ cA | λ |
| 7 | S→ aA | bB A→ aA | bB | λ B→ aA | bA | λ |
| 8 | S→ aABd A→ bA | λ B→ cB | λ |

### Индивидуальное домашнее задание № 1, семестр 5.

Тема: Преобразование грамматик.

Задание выдается на 10 неделе. Срок сдачи задания - 12 неделя.

Устранить левую рекурсию в грамматике

Варианты:

|  |  |
| --- | --- |
| № | Грамматика |
| 1 | S→ Sa | A A→ Sa | b |
| 2 | S→ SA | SB A→ Sa | Sb B→ b |
| 3 | S→ SA | b A→ SB | a B→ SA | b |
| 4 | S→ Sab | A A→Sa | Sb | a | b |
| 5 | S→ Sa | A A→SA | Sb | a | b |
| 6 | S→ SA | SB A→ Sa | a B→ Sb | b |
| 7 | S→ SA | aA | Bb A→ Sa | a B→ Sb | a |
| 8 | S→ Sa | A | B A→ Sa | a B→ Sb | b |

Привести грамматику к нормальной форме Хомского

Варианты:

|  |  |
| --- | --- |
| № | Грамматика |
| 1 | S→ Sa | A A→ Sa | b |
| 2 | S→ SA | SB A→ Sa | Sb B→ b |
| 3 | S→ SA | b A→ SB | a B→ SA | b |
| 4 | S→ Sab | A A→Sa | Sb | a | b |
| 5 | S→ Sa | A A→SA | Sb | a | b |
| 6 | S→ SA | SB A→ Sa | a B→ Sb | b |
| 7 | S→ SA | aA | Bb A→ Sa | a B→ Sb | a |
| 8 | S→ Sa | A | B A→ Sa | a B→ Sb | b |

Устранить λ-правила в грамматике

|  |  |
| --- | --- |
| № | Грамматика |
| 1 | S→ Ab | Bc A→ a | bC B→ c | dC C→ e | λ |
| 2 | S→ ABc A→ bA | λ B→ cB | λ |
| 3 | S→ ABC A→ aD | λ B→ bD | λ C→ c D→ d |
| 4 | S→ AbCd A→ aA | λ C→ cC | λ |
| 5 | S→ AbcD A→ aA | cA | λ D→ d | λ |
| 6 | S→ aA | bA A→ aB | bB B→ cA | λ |
| 7 | S→ aA | bB A→ aA | bB | λ B→ aA | bA | λ |
| 8 | S→ aABd A→ bA | λ B→ cB | λ |

### Индивидуальное домашнее задание № 2, семестр 5.

Тема: Преобразование конечных автоматов.

Задание выдается на 14 неделе. Срок сдачи задания - 16 неделя.

Преобразовать НКА в ДКА

Варианты:

|  |  |
| --- | --- |
| № | НКА |
| 1 | (0,a)={1,2} (1,b)={3} (2,b)={3} (3,c)={5} (4,c)={6} (5,d)={7} (6,e)={7} |
| 2 | (0,a)={1,2} (1,b)={3} (2,b)={3} (3,c)={5} (4,e)={6} (5,d)={7} (6,d)={7} |
| 3 | (0,a)={1,2} (1,b)={3} (2,e)={3} (3,c)={5} (4,c)={6} (5,d)={7} (6,d)={7} |
| 4 | (0,a)={1,2} (1,b)={3} (2,e)={3} (3,c)={5} (4,c)={6} (5,d)={7} (6,e)={7} |
| 5 | (0,a)={1} (0,b)={2} (1,b)={3,4} (2,b)={3} (3,c)={5} (4,c)={6} (5,d)={7} (6,d)={7} |
| 6 | (0,a)={1} (0,b)={2} (1,b)={3} (2,b)={3,4} (3,c)={5} (4,c)={6} (5,d)={7} (6,d)={7} |
| 7 | (0,a)={1} (0,b)={2} (1,b)={3,4} (2,b)={3,4} (3,c)={5} (4,c)={6} (5,d)={7} (6,d)={7} |
| 8 | (0,a)={1} (0,b)={2} (1,b)={3,4} (2,b)={3} (3,c)={5,4} (4,c)={6} (5,d)={7} (6,d)={7} |

Минимизировать ДКА

Варианты:

|  |  |
| --- | --- |
| № | ДКА |
| 1 | (0,a)={1} (0,b)={2} (1,c)={3} (2,c)={3} (3,d)={5} (4,d)={6} (5,e)={7} (6,e)={7} |
| 2 | (0,a)={1} (0,b)={2} (1,b)={3} (2,c)={3} (3,d)={5} (4,d)={6} (5,e)={7} (6,e)={7} |
| 3 | (0,a)={1} (0,b)={2} (1,c)={3} (2,c)={3} (3,e)={5} (4,d)={6} (5,e)={7} (6,e)={7} |
| 4 | (0,a)={1} (0,b)={2} (1,c)={3} (2,c)={3} (3,d)={5} (4,d)={6} (5,c)={7} (6,e)={7} |
| 5 | (0,a)={1} (0,b)={2} (0,c)={3} (1,d)={4} (2,d)={5} (3,d)={6} (4,e)={7] (4,e)={7} (5,e)={7} |
| 6 | (0,a)={1} (0,b)={2} (0,c)={3} (1,d)={4} (2,b)={5} (3,d)={6} (4,e)={7] (4,e)={7} (5,e)={7} |
| 7 | (0,a)={1} (0,b)={2} (0,c)={3} (1,d)={4} (2,d)={5} (3,d)={6} (4,e)={7] (4,a)={7} (5,e)={7} |
| 8 | (0,a)={1} (0,b)={2} (0,c)={3} (1,a)={4} (2,a)={5} (3,d)={6} (4,e)={7] (4,e)={7} (5,e)={7} |

### Индивидуальное домашнее задание № 3, семестр 6.

Тема: Универсальные алгоритмы синтаксического разбора.

Задание выдается на 8 неделе. Срок сдачи задания - 10 неделя.

Построить вывод методами:

- нисходящий универсальный недетерминированный разбор,

- восходящий универсальный недетерминированный разбор,

- с помощью алгоритма Кока-Янгера-Касами,

- с помощью алгоритма Эрли.

Варианты:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Грамматика | Цепочка |
| 1 | S→ a | c | aS | bS | cS | cabcab |
| 2 | S→ D | DS D→ 0 | 1 | 2 | 3 | 012312 |
| 3 | S→ 0 | 1 | 2 | 0S | 1S | 2S | 012020 |
| 4 | S→ aAc A→ b | bdA | abdbdb |
| 5 | S→ aB | bA A→ a | aB B→ b | bA | ababab |
| 6 | S→ ABc A→ a | aA B→ b | bB | aabbc |
| 7 | S→ a | Aa A→ b | Bb B→ c | Ac | abcbc |
| 8 | S→ AB A→CD B→b | Bb C→ c D→ d | cdbbb |

### Индивидуальное домашнее задание № 4, семестр 6.

Тема: Построение канонической системы LR(0) пунктов.

Задание выдается на 13 неделе. Срок сдачи задания - 15 неделя.

Варианты:

|  |  |
| --- | --- |
| № | Грамматика |
| 1 | S→ a | c | aS | bS | cS |
| 2 | S→ D | DS D→ 0 | 1 | 2 | 3 |
| 3 | S→ 0 | 1 | 2 | 0S | 1S | 2S |
| 4 | S→ aAc A→ b | bdA |
| 5 | S→ aB | bA A→ a | aB B→ b | bA |
| 6 | S→ ABc A→ a | aA B→ b | bB |
| 7 | S→ a | Aa A→ b | Bb B→ c | Ac |
| 8 | S→ AB A→CD B→b | Bb C→ c D→ d |

## Промежуточная аттестация выполняется в виде зачета в 5 семестре, экзамена в 6 семестре и курсовой работы в 5 семестре.

### Примерный перечень вопросов к зачету

1. Минимизация булевых функций.
2. Определение знака, буквы, символа
3. Определение формального языка..
4. Способы задания формальных языков.
5. Классы языков по Н. Хомскому.
6. Цепочка вывода. Непосредственный, сентенциальный вывод.
7. Дерево вывода. Нисходящее и восходящее построение дерева вывода.
8. Линейная запись дерева вывода.
9. Неоднозначность грамматик.
10. Регулярные и автоматные грамматики.
11. Конечные автоматы. Детерминированный конечный автомат.
12. Минимизация конечных автоматов.

### Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Свойства булевых функций.
2. Нормальные формы представления булевых функций.
3. Преобразование булевых функций в нормальную форму.
4. Минимизация булевых функций.
5. Формы представления булевых функций.
6. Формальные грамматики. Запись правил грамматики при помощи метасимволов. Запись правил грамматики в виде синтаксических диаграмм.
7. Классификация языков и грамматик по Н. Хомскому.
8. Вывод с помощью правил грамматики. Цепочки вывода. Сентенциальный вывод.
9. Дерево вывода. Построение дерева вывода методами снизу вверх и сверху вниз.
10. Неоднозначность грамматик. Правила грамматик, ведущие к неоднозначности. Проблема неоднозначности грамматик и языков.
11. Распознаватели. Классификация распознавателей языков. Преобразователи.
12. Регулярные и автоматные грамматики. Регулярные множества и выражения.
13. Преобразование регулярной грамматики в автоматную.
14. Понятие конечного автомата. Способы представления конечных автоматов.
15. Построение конечного автомата на основе автоматной грамматики.
16. Построение автоматной грамматики по конечному автомату.
17. Детерминированные конечные автоматы (ДКА). Построение ДКА на основе недетерминированного конечного автомата.
18. Минимизация конечных автоматов.
19. Свойства регулярных языков. Лемма о разрастании для регулярных языков.
20. Грамматики простого предшествования. Алгоритм распознавания.
21. КС-грамматики и языки. Нисходящий и восходящий разбор. Приведенные грамматики. Бесплодные и недостижимые символы, цепные и пустые правила.
22. Свойства КС-языков. Лемма о разрастании для КС-языков.
23. Автоматы с магазинной памятью (МП-автоматы). Расширенные МП-автоматы.
24. Устранение левой рекурсии в КС-грамматиках.
25. Грамматики в нормальной форме Хомского. Приведение к нормальной форме Хомского.
26. Системы уравнений с регулярными коэффициентами.
27. Метод рекурсивного спуска. Расширенный метод рекурсивного спуска.
28. Грамматики класса LL(k). Принципы построения распознавателя грамматики LL(k).
29. Простые LL(k) грамматики. Построение распознавателя на основе простой LL(k) грамматики.
30. Принцип работы восходящего распознавателя. Алгоритм «сдвиг-свертка». Основа, активные префиксы, обрезка основ.
31. Грамматики операторного предшествования. Алгоритм распознавания.
32. Неформальное определение отношений предшествования.
33. Формальное определение отношений предшествования.
34. Грамматики класса LR(k). Алгоритм распознавания.
35. Построение множества LR(0) пунктов. Функции closure и goto.
36. Эквивалентность КС-грамматик и МП-автоматов.
37. Формализация понятия алгоритма.
38. Свойства машины Тьюринга.
39. Алгоритмически неразрешимые проблемы.
40. Частично разрешимые проблемы.

## Самостоятельная работа студента

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Раздел учебной дисциплины | Виды СРС | Часов |
| 5 семестр |  |  |
| Все | ПЛ1-18, ПП1-18 | 18 |
| Математические основы теории автоматов | ПК1 | 5 |
| Формальные языки и грамматики | ПК2 | 5 |
| Преобразование грамматик | ДЗ1 | 6 |
| Конечные автоматы | ДЗ2 | 6 |
|  | Всего часов: | 40 |
| 6 семестр |  |  |
| Все | ПЛ1-16, ПП1-16 | 16 |
| Регулярные множества и выражения | ПК3 | 5 |
| МП-автоматы | ПК4 | 5 |
| МП-автоматы LL | ДЗ3 | 9 |
| МП-автоматы LR | ДЗ4 | 9 |
|  | Всего часов: | 44 |

ДЗ — индивидуальное домашнее задание, ПЛ — подготовка к лекциям, ПП — подготовка к практическим занятиям, ПК — подготовка к контрольной работе.

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## Основная литература:

Пономарев В. В. Конспективное изложение теории языков программирования и методов трансляции. Учебно-методическое пособие. Озёрск: ОТИ МИФИ, 2014. - 200 с., ил.

Орлов С.А. Теория и практика языков программирования: Учебник для бакалавров и магистров. ВПО. Гриф УМО/ С.А. Орлов. - СПб; М; Нижний Новгород [и др.]: Питер, 2014. - 688 с.

## Дополнительная литература:

Теория автоматов / Ю. Карпов - СПб.: Питер, 2002. - 224 с.: ил.

Опалева Э.А., Самойленко В.П. Языки программирования и методы трансляции. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 480 с.: ил.

Системное программное обеспечение / А. В. Гордеев, А. Ю. Молчанов. - СПб.: Питер, 2003. - 396 с.: ил.

Пономарев В.В. Краткий курс теории языков программирования и методов трансляции. Учебное пособие. Озерск: ОТИ МИФИ, 2008. - 136 с., ил.

## Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

http://www.intuit.ru/studies/courses/1064/170/info (Национальный открытый университет «ИНТУИТ», курс «Математическая теория формальных языков»).

# МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## Лекции проводятся в аудиторном классе, оборудованном доской.

## Практические занятия проводятся в компьютерном классе (11 компьютеров).

Требуемое программное обеспечение

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Программный продукт | Количество |
| 1 | Операционная система Microsoft Windows XP, 7, 8 | 1 шт. на компьютер |
| 2 | Среда программирования Microsoft Visual Studio .NET | 1 шт. на компьютер |
| 3 | Файловый менеджер FAR | 1 шт. на компьютер |

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки (специальности):

|  |  |
| --- | --- |
| 09.03.01 Информационная и вычислительная техника | |
| Автор | А. Ф. Зубаиров |
| Рецензент(ы) | Чуплыгин А.В.,  руководитель группы СИТ ФГУП «ПО «МАЯК» |
| Программа одобрена на заседании  методического совета кафедры | 24.05.2021 протокол №5 |