

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт прикладной математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДЕНО:
Директор
А. В. Замятин

Оценочные материалы по дисциплине

Теория автоматов

по направлению подготовки / специальности

10.05.01 Компьютерная безопасность

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:
Анализ безопасности компьютерных систем

Форма обучения
Очная

Квалификация
Специалист по защите информации

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
В.Н. Тренькаев

Председатель УМК
С.П. Сущенко

Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 Способен на основании совокупности математических методов разрабатывать, обосновывать и реализовывать процедуры решения задач профессиональной деятельности.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-3.1 Демонстрирует навыки выполнения стандартных действий, решения типовых задач, формулируемых в рамках базовых математических дисциплин

ИОПК-3.2 Осуществляет применение основных понятий, фактов, концепций, принципов математики и информатики для решения задач профессиональной деятельности

ИОПК-3.3 Выявляет научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применяет соответствующий математический аппарат для их формализации, анализа и выработки решения

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

- контрольная работа;
- лабораторный проект.

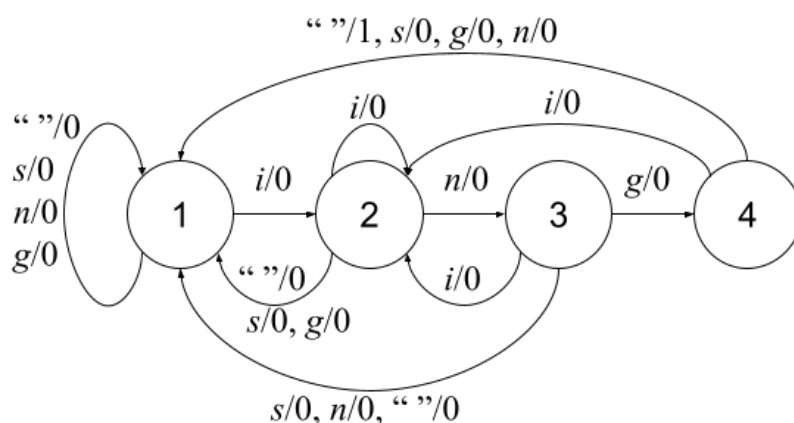
Контрольная работа состоит из двух частей, теоретического вопроса, на который необходимо дать ответ (раскрыть понятие, описать алгоритм и т.д.), и задачи. Для каждой темы курса предусмотрено несколько вопросов и задач.

Тема 1. Автоматы-преобразователи (ИОПК-3.1-2)

Примеры задач.

1. Построить конечный автомат для определения слов с окончанием *ing* в тексте. Автомат считывает символы и возвращает сигнал о появлении искомого слова.

Ответ:



2. Построить конечный автомат для системы, которая возвращает случайное число r из множества $\{1, 2, 3\}$ по входному запросу, при следующем запросе возвращается случайное число из множества $\{1, 2, 3\} \setminus \{r\}$, пока все числа в множестве не закончатся.

Ответом является недетерминированный конечный автомат, где возможность выдачи одного из k чисел описана k переходами по одному и тому же входному символу, а выходами являются возвращаемые числа.

3. Описать конечным автоматом работу цифрового устройства с входом x и выходом y , функционирование которого определяется следующими уравнениями (в каждый момент времени t на вход поступает сигнал 0 или 1):

- $y_t = x_t \text{ XOR } y_{t-1} \text{ XOR } s_{t-1}$;
- $s_t = x_t \text{ XOR } s_{t-1}$.

Ответ представляет собой конечный автомат с четырьмя состояниями (булевыми векторами длины 2), каждое из которых хранит текущее состояние и предыдущий выходной символ.

4. Построить минимальную форму заданного автомата.

Типовой вариант.

ΛS	1	2	3	4	5	6	7	8
x	7\0	7\0	8\0	8\0	7\0	5\0	1\1	3\1
y	6\1	2\1	6\1	2\1	4\1	1\1	8\0	8\0
z	1\0	1\0	3\0	3\0	3\0	1\0	3\0	1\0

Ответ должен включать все разбиения (от 1-эквивалентности до эквивалентности) и минимальный автомат следующего вида.

ΛS	b_1	b_2	b_3	b_4
x	$b_4\backslash 0$	$b_4\backslash 0$	$b_2\backslash 0$	$b_1\backslash 1$
y	$b_3\backslash 1$	$b_2\backslash 1$	$b_1\backslash 1$	$b_4\backslash 0$
z	$b_1\backslash 0$	$b_1\backslash 0$	$b_1\backslash 0$	$b_1\backslash 0$

Теоретические вопросы.

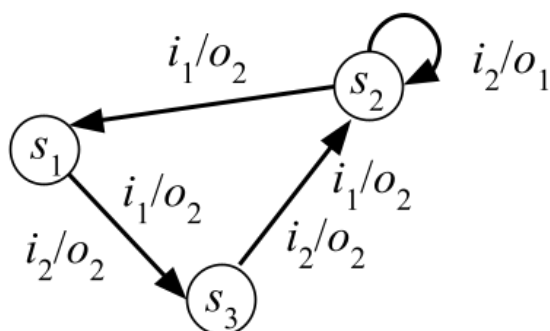
1. Определение конечного автомата.
2. Автоматы Мили и Мура.
3. Классификация автоматов: полнота, инициальность.
4. Классификация автоматов: детерминизм, наблюдаемость.
5. Вход-выходные последовательности.
6. Отношение эквивалентности
7. Разбиение по отношению эквивалентности
8. Минимальная форма автомата
9. Изоморфизм автоматов

Тема 2. Эксперименты с автоматами (ИОПК-3.3)

Примеры задач.

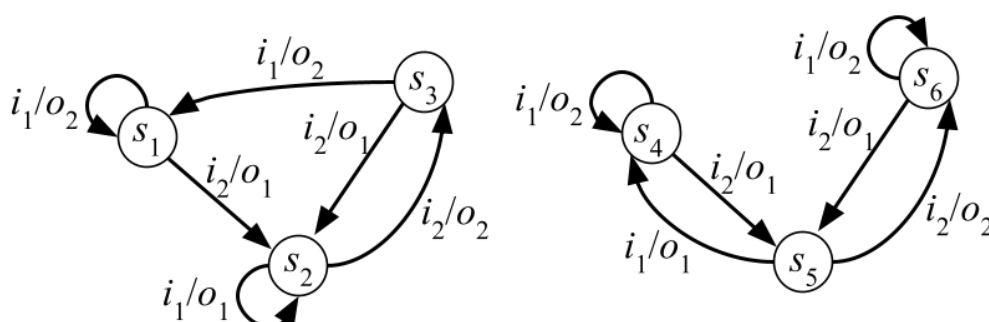
1. Построить для заданного автомата различающую, установочную и синхронизирующую последовательности на основе дерева преемников.

Типовой вариант.



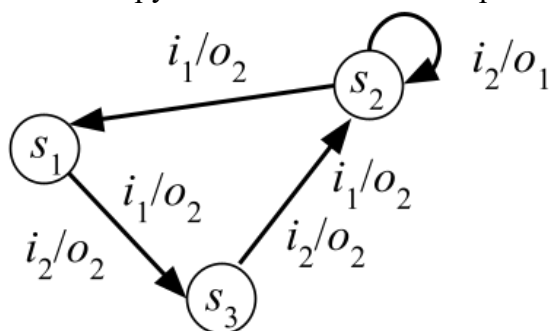
Ответ должен включать дерево преемников для синтеза соответствующей последовательности, а также искомую последовательность. Для типового примера i_2 , i_2 является различающей, синхронизирующей и установочной последовательностью.

3. Построить пересечение для пары автоматов и определить последовательность, различающую их начальные состояния.



Ответ должен включать полностью построенный автомат-пересечение и различающую последовательность, для данного примера – i_2 , i_1 , i_2 .

4. Для заданного автомата построить тест обходом графа переходов. Внести ошибку, которую не обнаружит данный тест. Построить тест методом Василевского.



Обход графа переходов: i_1 ; i_2 ; i_1 , i_1 ; i_1 , i_2 ; i_1 , i_1 , i_1 ; i_1 , i_1 , i_2 . Примером нераспознаваемой ошибки является замена перехода (s_2, i_2, o_1, s_2) на (s_2, i_2, o_1, s_1) .

Теста по методу Василевского: i_1 , i_2 , i_2 ; i_2 , i_2 , i_2 ; i_1 , i_1 , i_2 , i_2 ; i_1 , i_2 , i_2 , i_2 ; i_1 , i_1 , i_1 , i_2 , i_2 ; i_1 , i_2 , i_2 , i_2 .

Теоретические вопросы

1. Понятие эксперимента над автоматом.
2. Диагностический эксперимент
3. Установочный эксперимент.
4. Синхронизирующий эксперимент.
5. Дерево преемников.

6. Задача распознавания автоматов, нераспознаваемые автоматы и исключительный класс
7. Классы неисправностей и виды тестирования
8. Модель неисправности и полный тест
9. Тестирование по модели белого ящика
10. Тестирование чёрного ящика
11. Обход графа переходов
12. Метод Василевского

Тема 3. Структурный синтез конечных автоматов (ИОПК-3.3)

Примеры задач.

1. Построить по последовательностной схеме конечный автомат.

Ответом является конечный автомат, состояниями которого являются булевы вектора, отражающие значения триггеров схемы, а наблюдаемое поведение неотлично от предъявленной схемы.

2. Построить по конечному автомату последовательностную схему.

Ответом является логическая схема с k триггерами, где число состояний автомата не превышает 2^k , а наблюдаемое поведение неотлично от предъявленной схемы.

Теоретические вопросы

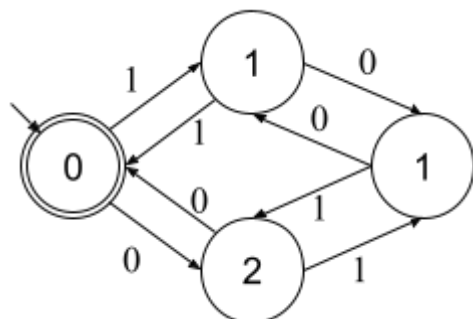
1. Триггеры
2. Комбинационная схема (анализ и синтез)
3. Последовательностная схема (анализ и синтез)
4. Асинхронные схемы
5. Соседнее кодирование состояний

Тема 4. Автоматы и регулярные языки (ИОПК-3.1-2)

Примеры задач.

1. Построить детерминированный автомат-распознаватель, словами которого являются непустые булевы вектора с чётным количеством 0 и 1.

Ответ:

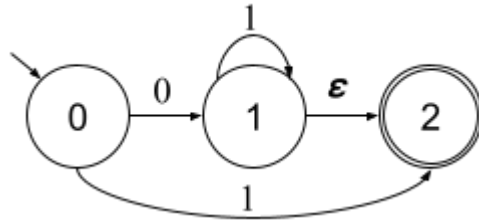


2. Сформировать недетерминированный автомат-распознаватель, принимающий корректные математические выражения из целых чисел и знаков +, -, *.

Аналогично предыдущему примеру, *ответ* должен содержать конечный автомат, представляющий заданный язык.

3. Построить автомат для регулярного выражения $01^* + 1$.

Ответ:



4. Построить регулярное выражение для заданного автомата.

Ответ должен содержать соответствующее регулярное выражение (см. предыдущее задание).

Теоретические вопросы.

1. Детерминированный полуавтомат, его слова и язык
2. Недетерминированный полуавтомат с ϵ -переходами, его слова и язык
3. Влияние недетерминизма и ϵ -переходов на модель полуавтомата
4. Языки, их объединение конкатенация и итерация
5. Построение регулярного выражения по автомату
6. Построение автомата по регулярному выражению
7. Лемма о накачке

Тема 5. Автоматы и грамматики (ИОПК-3.3)

Примеры задач.

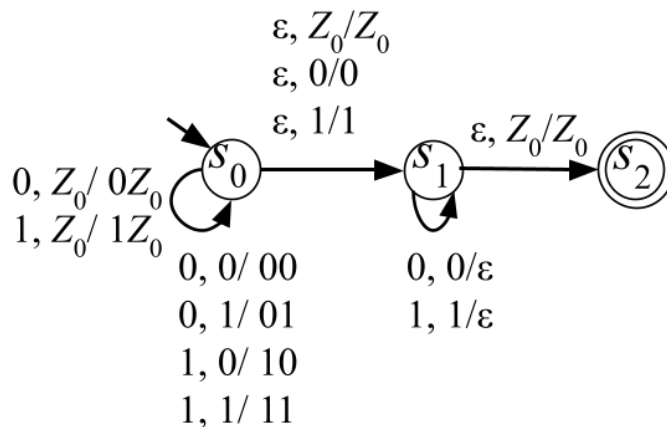
1. Сформулировать КСГ для языка последовательностей корректно закрытых скобок.

Ответ должен содержать соответствующую КСГ со списком продукций.

Продукции: $E \rightarrow (E)$; $E \rightarrow \square$; $E \rightarrow EE$.

2. Построить МП-автомат для языка булевых векторов палиндромов.

Ответ:



Теоретические вопросы.

1. КСГ
2. Дерево разбора, левое и правое порождение
3. МП автомат

Критерии оценивания контрольных работ:

Результаты контрольной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если понятие определено верно и задача решена правильно.

Оценка «хорошо» выставляется, если либо в определении была допущена неточность, либо при решении задачи была допущена техническая ошибка, несмотря на верный алгоритм решения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если в определении была допущена неточность и при решении задачи была допущена техническая ошибка, несмотря на верный алгоритм решения.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если ответ на теоретический вопрос не дан, дан неверно, или задача решена неправильно.

Типовые варианты группового проекта

1. Сформировать конечный автомат, задающий поведение разрабатываемого бота. Разработать программную реализацию по заданному автомату. Проверить соответствие реализации автомату-спецификации формальными методами. (ИОПК-3.1-2)

2. Выбрать тестируемую систему. Построить спецификацию системы в виде конечного автомата. Построить проверяющий тест Методом Василевского и обходом графа переходов. Оценить полноту теста относительно множества синтезированных мутантов. (ИОПК-3.3)

3. Выбрать элемент языка программирования или разметки, который может быть описан автоматом. Разработать соответствующий лексический и/или синтаксический анализатор. (ИОПК-3.3)

Лабораторный защищается с презентацией на практических занятиях и, в случае успешной защиты, ставится оценка зачтено.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Экзаменационный билет состоит из 4-ёх вопросов по разным темам курса. Покрытие вопросами образовательных результатов аналогично таковому для текущего контроля (раздел 2). **Тема 1. Автоматы-преобразователи (ИОПК-3.1-2); Тема 2. Эксперименты с автоматами (ИОПК-3.3); Тема 3. Структурный синтез конечных автоматов (ИОПК-3.3); Тема 4. Автоматы и регулярные языки (ИОПК-3.1-2); Тема 5. Автоматы и грамматики (ИОПК-3.3).**

Перечень теоретических вопросов.

1. Определение конечного автомата
2. Автоматы Мили и Мура
3. Классификация автоматов: полнота, инициальность
4. Классификация автоматов: детерминизм, наблюдаемость
5. Вход-выходные последовательности
6. Расширение функций переходов и выходов на последовательности (слова)
7. Отношение эквивалентности
8. Разбиение по отношению эквивалентности
9. Минимальная форма автомата

10. Изоморфизм автоматов
11. Понятие эксперимента над автоматом.
12. Диагностический эксперимент.
13. Установочный эксперимент.
14. Синхронизирующий эксперимент.
15. Дерево преемников.
16. Задача распознавания автоматов
17. Нераспознаваемые автоматы и исключительный класс
18. Классы неисправностей и виды тестирования
19. Модель неисправности и полный тест
20. Тестирование по модели белого ящика
21. Тестирование чёрного ящика
22. Обход графа переходов
23. Метод Василевского
24. Детерминированный автомат-распознаватель, его слова и язык
25. Недетерминированный автомат-распознаватель, его слова и язык
26. Эквивалентность детерминированного и недетерминированного автомат-распознаватель
27. Полуавтоматы с ϵ -переходами. Влияние недетерминизма и ϵ -переходов на модель полуавтомата
28. Преобразование конечного автомата в автомат-распознаватель и вход-выходной полуавтомат
29. Языки, их объединение конкатенация и итерация
30. Регулярные выражения
31. Построение регулярного выражения по автомату
32. Построение автомата по регулярному выражению
33. Лемма о накачке
34. Замкнутость регулярных языков
35. Формальная грамматика
36. Контекстно-свободная грамматика
37. КСГ: левое и правое порождения, дерево разбора
38. Автоматы с магазинной памятью
39. Последовательностная схема (анализ и синтез)
40. Кодирование состояний в синхронной схеме
41. Кодирование состояний в асинхронной схеме

Критерии оценивания:

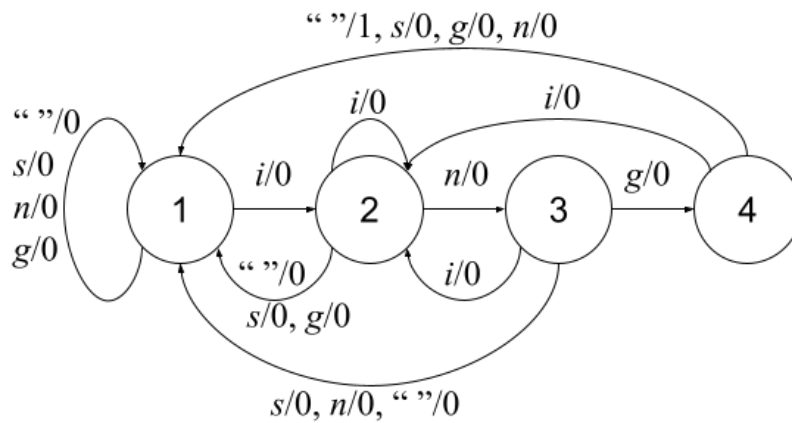
За основу берётся средняя оценка по итогам контрольных работ. Каждый правильный ответ на экзамене добавляет к ней 0.5 балла, каждый неправильный – отнимает 0.5. Зачёт по лабораторному проекту прибавляет 0.5 балла. Итоговая оценка округляется в меньшую сторону.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

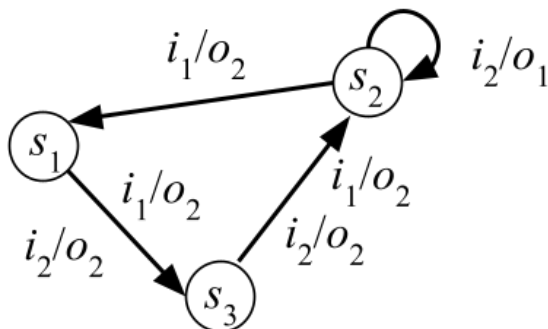
Задачи

1. Построить конечный автомат для подсчёта слов с окончанием *ing* в тексте. Автомат считает символы и возвращает сигнал о появлении искомого слова. (ИОПК-3.1-2)

Ответ:



2. Построить для заданного автомата различающую последовательность. (ИОПК-3.3)



Ответ: i_2, i_2

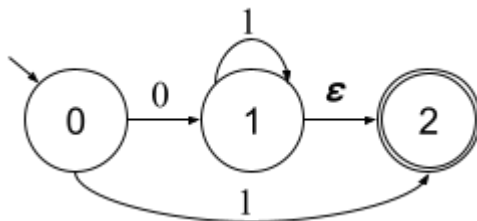
3. Описать D-триггер конечным автоматом (ИОПК-3.1-2)

Ответ:

ΛS	0	1
0	0/0	0/1
1	1/0	1/1

4. Построить автомат для регулярного выражения $01^* + 1$. (ИОПК-3.1-2)

Ответ:



5. Сформулировать КСГ для языка последовательностей корректно закрытых скобок, т.е. принимающую такие слова как $()$, $()()$ т.д. (ИОПК-3.3)

Ответ должен содержать КСГ со списком продукций: $E \rightarrow (E)$; $E \rightarrow \square$; $E \rightarrow EE$.

Теоретические вопросы.

1. Определение конечного автомата (ИОПК-3.1-2)

2. Минимальная форма автомата (ИОПК-3.1-2)
3. Различающие и установочные последовательности (ИОПК-3.3)
4. Комбинационная и последовательностная схема (ИОПК-3.3)
5. Язык автомата-распознавателя (ИОПК-3.1-2)
6. Регулярные выражения (ИОПК-3.1-2)
7. Контекстно-свободная грамматика (ИОПК-3.3)
8. Автомат с магазинной памятью (ИОПК-3.3)

Теоретические вопросы для проверки остаточных знаний предполагают краткое определение данного понятия и демонстрацию раскрывающий его примера, т.е. абстрактный автомат в форме графа переходов, минимальный (приведённый) автомат, автомат с различающей последовательностью, регулярное выражение для некоторого языка и т.д.

Информация о разработчиках

Твардовский Александр Сергеевич, канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры компьютерной безопасности