

Минобрнауки России
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ



Заведующий кафедрой
Кургалин Сергей Дмитриевич
Кафедра цифровых технологий

05.03.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.10 Теория автоматов и формальных языков

1. Код и наименование направления подготовки/специальности:

09.03.04 Программная инженерия

2. Профиль подготовки/специализация: Информационные системы и сетевые технологии

3. Квалификация (степень) выпускника:

Бакалавриат

4. Форма обучения:

Очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

Кафедра цифровых технологий

6. Составители программы:

Пашкевич Анжелика Алексеевна, ассистент

7. Рекомендована: протокол НМС № 5 от 05.03.2024

8. Учебный год: 2026-2027 **Семестр(ы):** 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель: изучение основ теории автоматов, формальных языков и контекстно-свободных грамматик..

Задачи:

- формирование базовых теоретических знаний и практических навыков теории автоматов; -
- ознакомление с принципами построения формальных языков и их приложениями.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина относится к обязательной части блока Б1. Для успешного освоения необходимо предварительное изучение следующих дисциплин: дискретная математика, математическая логика и теория алгоритмов.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

| Код и название компетенции | Код и название индикатора компетенции | Знания, умения, навыки |
|---|---|--|
| ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | ОПК-1.1 Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования. | Знать: основные понятия теории автоматов и формальных языков. |
| ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования. | Уметь: использовать положение теории автоматов и формальных языков при разработке алгоритмов и написании программ. |
| ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | ОПК-1.3 Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности. | Владеть: методами построения и преобразования регулярных выражений и конечных автоматов. |

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час:

2/72

Форма промежуточной аттестации:

Зачет

13. Виды учебной работы

| Вид учебной работы | Семестр 5 | Всего |
|--------------------|-----------|-------|
| Аудиторные занятия | 32 | 32 |

| | | |
|--------------------------|----|----|
| Лекционные занятия | | 0 |
| Практические занятия | 16 | 16 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа | 40 | 40 |
| Курсовая работа | | 0 |
| Промежуточная аттестация | 0 | 0 |
| Часы на контроль | | 0 |
| Всего | 72 | 72 |

13.1. Содержание дисциплины

| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК |
|-----|-----------------------------------|--|---|
| 1 | Введение | Исторические сведения. Происхождение, первоначальные ожидания от теории формальных грамматик (в анализе естественного языка). Отказ от изначальных применений и переход к приложениям в формальных языках. | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11117 |
| 2 | Основные понятия теории автоматов | Алфавиты, слова, языки. Операции над словами и языками. Задача синтаксического анализа. Основные понятия формальных грамматик. Терминальные и нетерминальные символы. Правила вывода. Грамматический вывод. Классификация формальных грамматик. Иерархия Хомского формальных языков. | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11117 |

| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК |
|-----|---------------------------------|-------------------------------|--|
|-----|---------------------------------|-------------------------------|--|

| | | | |
|---|----------------------|--|---|
| 3 | Конечные автоматы | <p>Детерминированные конечные автоматы (ДКА). Диаграммы Мура (системы переходов). Вычисления ДКА. Язык ДКА. Недетерминированные конечные автоматы (НКА). Язык НКА. Теорема о детерминизации НКА. Пример экспоненциального увеличения размеров автомата при построении эквивалентного детерминированного. Конечные автоматы с пустыми переходами. Теорема об устранении пустых переходов. Операции над конечными автоматами. Эквивалентность и минимизация конечных автоматов. Проверка эквивалентности состояний. Алгоритм минимизации ДКА.</p> | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11117 |
| 4 | Регулярные выражения | <p>Операторы регулярных выражений. Регулярные выражения. Языки регулярных выражений. Построение регулярных выражений. Построение регулярного выражения по ДКА. Алгоритм преобразования регулярных выражений в ДКА. Теорема Клини. Лексический анализ. Применение регулярных выражений для решения задач лексического анализа. Алгебра Клини регулярных выражений. Основные законы алгебры Клини.</p> | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11117 |

| | | | |
|-----|---------------------------------|-------------------------------|--|
| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК |
|-----|---------------------------------|-------------------------------|--|

| | | | |
|-----|---------------------------------|--|---|
| 5 | Регулярные языки | <p>Свойства замкнутости регулярных языков относительно теоретикомножественных операций, конкатенации, обращения, гомоморфизма. Различные способы задания регулярных языков. Теорема о совпадении классов регулярных языков, языков ДКА и языков регулярных выражений. Проверка пустоты регулярных языков и алгоритмы ее решения. Проблема принадлежности слова регулярному языку и алгоритмы ее решения. Лемма накачки. Применение леммы накачки для доказательства нерегулярности языков.</p> | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11117 |
| п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 | Контекстно-свободные грамматики и языки и автоматы с магазинной памятью | <p>Контекстно-свободный грамматический вывод. Примеры кс-языков. Деревья разбора. Взаимосвязь грамматических выводов и деревьев разбора. Определение автомата с магазинной памятью (МПА). Вычисления МПА. Языки МПА. Допустимость по заключительному состоянию и по пустому магазину. Эквивалентность двух определений допустимости МПА. Преобразование ксграмматики в МПА. Построение ксграмматики по МПА. Детерминированные МПА (ДМПА). Теорема о дополнении детерминированного КСязыка. Соотношение между регулярными языками, кс-языками и языками ДМПА. Свойства контекстно-свободных грамматик.</p> | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=11117 |
|---|---|---|---|

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) | Лекционные занятия | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа | Всего |
|-------|-----------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-------|
| 1 | Введение | | 2 | 0 | 6 | 8 |
| 2 | Основные понятия теории автоматов | | 2 | 2 | 6 | 10 |
| 3 | Конечные автоматы | | 2 | 2 | 6 | 10 |
| 4 | Регулярные выражения | | 4 | 4 | 8 | 16 |
| 5 | Регулярные языки | | 2 | 4 | 6 | 12 |
| № п/п | Наименование темы (раздела) | Лекционные занятия | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа | Всего |

| | | | | | | |
|---|---|---|----|----|----|----|
| 6 | Контекстно-свободные грамматики и языки и автоматы с магазинной памятью | | 4 | 4 | 8 | 16 |
| | | 0 | 16 | 16 | 40 | 72 |

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины складывается из аудиторной работы (учебной деятельности, выполняемой под руководством преподавателя) и внеаудиторной работы (учебной деятельности, реализуемой обучающимся самостоятельно).

Аудиторная работа состоит из выполнения практических и лабораторных заданий в объёме, предусмотренном учебным планом.

Самостоятельная работа предполагает углублённое изучение отдельных разделов дисциплины с использованием литературы, рекомендованной преподавателем, а также конспектов практических (лабораторных) занятий. В качестве плана для самостоятельной работы может быть использован раздел 13.1 настоящей рабочей программы, в котором зафиксированы разделы дисциплины и их содержание. В разделе 13.2 рабочей программы определяется количество часов, отводимое на самостоятельную работу по каждому разделу дисциплины. Большее количество часов на самостоятельную работу отводится на наиболее трудные разделы дисциплины. Для самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины используется перечень литературы и других ресурсов, перечисленных в пунктах 15 и 16 настоящей рабочей программы.

Успешность освоения дисциплины определяется систематичностью и глубиной аудиторной и внеаудиторной работы обучающегося.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения

выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к online занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 1 | Алымова, Е.В. Конечные автоматы и формальные языки [Электронный ресурс]: учебник / Алымова Е. В. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2018. — Москва : Издательство ЮФУ, 2018. — 292 с. — Конечные автоматы и формальные языки [Электронный ресурс]: учебник / Алымова Е. В. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2018. — ISBN 5-9275-2397-9. — <URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927523979.html > |
| 2 | Дехтярь, М. И. Введение в схемы, автоматы и алгоритмы / М.И. Дехтярь. — 2-е изд., испр. — Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. — 169 с. : ил. — (Основы информационных технологий). — Библиогр. в кн. — http://biblioclub.ru/ . — ISBN 978-5-94774-714-0. — <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428984 > |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник |
|-------|----------|
|-------|----------|

| | |
|---|--|
| 1 | Дмитриев, Н. А. Теория автоматов : Лабораторный практикум / Н. А. Дмитриев .— Москва : МИФИ, 2012 .— 192 с. —<URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=231639 > |
| 2 | Князьков, В. С. Введение в теорию автоматов / В.С. Князьков ; Волченская Т. В. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008 .— 78 с. — <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234134 > |
| 3 | Короткова, М. А. Математическая теория автоматов / М.А. Короткова .— Москва : МИФИ, 2008 .— 116 с. — <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=231135 > |
| 4 | Мельников, Б. Ф. Регулярные языки и недетерминированные конечные автоматы / Б.Ф. Мельников ; Российский государственный социальный университет .— Москва : Издательство РГСУ, 2018 .— 180 с. : ил., табл. — Библиогр. в кн. — http://biblioclub.ru/ .— ISBN 978-5-7139-1355-7 .— <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567323 > |
| 5 | Хопкрофт, Д. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений / Д. Хопкрофт, Р. Мотвани, Д. Ульман ; Пер. с англ. О. И. Васылык и др.; Под ред. А. Б. Ставровского .— 2-е изд. — М. ; СПб. ; Киев : Вильямс, 2002 .— 527 с. |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 1 | Электронная библиотека ВГУ https://lib.vsu.ru |
| 2 | Электронный университет ВГУ https://edu.vsu.ru |
| 3 | ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/ |
| 4 | «Университетская библиотека online» https://biblioclub.ru/ |
| 5 | «Консультант студента» http://www.studmedlib.ru/ |
| 6 | «РУКОНТ» (ИТС Контекстум) https://lib.rucont.ru/ |

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

| № п/п | Источник |
|-------|---|
| 1 | Алымова, Е.В. Конечные автоматы и формальные языки [Электронный ресурс]: учебник / Алымова Е. В. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2018. — Москва : Издательство ЮФУ, 2018 .— 292 с. — Конечные автоматы и формальные языки [Электронный ресурс]: учебник / Алымова Е. В. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2018. — ISBN 5-9275-2397-9 .— <URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927523979.html > |
| 2 | Хопкрофт, Д. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений / Д. Хопкрофт, Р. Мотвани, Д. Ульман ; Пер. с англ. О. И. Васылык и др.; Под ред. А. Б. Ставровского .— 2-е изд. — М. ; СПб. ; Киев : Вильямс, 2002 .— 527 с. |

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости):

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе портала edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным проектором; специализированная мебель: доска меловая или маркерная 1 шт., столы, стулья в необходимом количестве. ОС Windows v.7, 8, 10, набор утилит (архиваторы, файл-менеджеры), LibreOffice v.5-7, Foxit PDF Reader.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| № п/п | Разделы дисциплины (модули) | Код компетенции | Код индикатора | Оценочные средства для текущей аттестации |
|-------|-----------------------------|-----------------|----------------|---|
| 1 | Разделы 1-6 | ОПК-1 | ОПК-1.1 | Письменный опрос |
| 2 | Разделы 2-6 | ОПК-1 | ОПК-1.2 | Письменный опрос |
| 3 | Разделы 2-6 | ОПК-1 | ОПК-1.3 | Письменный опрос |

Промежуточная аттестация

Форма контроля - Зачет

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Комплект КИМ

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: письменный опрос.

Перечень вопросов:

Происхождение, первоначальные ожидания от теории формальных грамматик (в анализе естественного языка).

Отказ от изначальных применений и переход к приложениям в формальных языках.

Алфавиты, слова, языки.

Операции над словами и языками.

Задача синтаксического анализа.

Основные понятия формальных грамматик. Терминальные и нетерминальные символы.

Правила вывода. Грамматический вывод.

Классификация формальных грамматик. Иерархия

Хомского формальных языков.

Детерминированные конечные автоматы (ДКА).

Диаграммы Мура (системы переходов).

Вычисления ДКА. Язык ДКА.

Недетерминированные конечные автоматы (НКА).

Язык НКА.

Теорема о детерминизации НКА.

Пример экспоненциального увеличения размеров автомата при построении эквивалентного детерминированного.

Конечные автоматы с пустыми переходами.

Теорема об устранении пустых переходов.

Операции над конечными автоматами.

Эквивалентность и минимизация конечных автоматов.

Проверка эквивалентности состояний. Алгоритм минимизации ДКА.

Операторы регулярных выражений.

Регулярные выражения.

Языки регулярных выражений.

Построение регулярных выражений. Построение регулярного выражения по ДКА.

Алгоритм преобразования регулярных выражений в ДКА. Теорема Клини. Лексический анализ.

Применение регулярных выражений для решения задач лексического анализа. Алгебра Клини регулярных выражений. Основные законы алгебры Клини.

Свойства замкнутости регулярных языков относительно теоретико-множественных операций, конкатенации, обращения, гомоморфизма. Различные способы задания регулярных языков.

Теорема о совпадении классов регулярных языков, языков ДКА и языков регулярных выражений.

Проверка пустоты регулярных языков и алгоритмы ее решения.

Проблема принадлежности слова регулярному языку и алгоритмы ее решения. Лемма накачки. Применение леммы накачки для доказательства нерегулярности языков.

Контекстно-свободный грамматический вывод. Примеры кс-языков. Деревья разбора.

Взаимосвязь грамматических выводов и деревьев разбора.

Определение автомата с магазинной памятью (МПА).

Вычисления МПА.

Языки МПА.

Допустимость по заключительному состоянию и по пустому магазину. Эквивалентность двух определений допустимости МПА.

Преобразование кс-грамматики в МПА.

Построение кс-грамматики по МПА.

Детерминированные МПА (ДМПА).

Теорема о дополнении детерминированного КС-языка.

Соотношение между регулярными языками, кс-языками и языками ДМПА. Свойства контекстно-свободных грамматик.

Описание технологии проведения: обучающемуся даются 2 случайно выбранных вопроса из перечня. Для подготовки предоставляется 2 академических часа. После этого проводится собеседование. Максимальная оценка за каждый из вопросов – 25 баллов.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания): за полный ответ на каждый из вопросов выставляется максимальный балл, указанный выше. Оценка снижается, если обучающийся при ответе допускает ошибки и неточности. Оценка 0 баллов ставится либо за отсутствие ответа, либо при наличии грубых ошибок.

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:
комплект КИМ.

Перечень вопросов приведен выше.

Примеры типовых контрольно-измерительных материалов:

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Алфавиты, слова, языки.
2. Основные законы алгебры Клини.

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Теорема об устранении пустых переходов.
2. Регулярные выражения.

Приведённые ниже задания рекомендуется использовать при проведении диагностических работ для оценки остаточных знаний по дисциплине

Описание технологии проведения. Обучающемуся случайным образом дается КИМ, содержащий 2 вопроса из перечня выше. На выполнение заданий предоставляется 2 академических часа. После этого проводится собеседование. Максимальная оценка за каждый из вопросов – 25 баллов.

Требования к выполнению заданий (или шкалы и критерии оценивания):

| Оценка | Критерии |
|------------------|---|
| Зачтено | Средний балл по итогам текущих аттестаций в сумме с оценкой за промежуточную не менее 50. Регулярное посещение занятий. Активная работа студента на практических и лабораторных занятиях. Средний балл по итогам текущих аттестаций в сумме с оценкой за промежуточную меньше 50. |
| Незачтено | |