

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт вычислительной математики и информационных технологий



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Вероятностные модели вычислений БЗ.ДВ.3

Направление подготовки: 010400.62 - Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки: Математическая кибернетика

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Аблаев Ф.М.

Рецензент(ы):

Гайнутдинова А.Ф.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Аблаев Ф. М.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института вычислительной математики и информационных технологий:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 945214

Казань
2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Аблаев Ф.М. кафедра теоретической кибернетики отделение фундаментальной информатики и информационных технологий, Farid.Ablayev@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

Цель данного спецкурса заключается в освоении аппарата теории сложности, изучении различных моделей вычислений и структуры классов сложности. Любую вычислительную задачу можно представить в виде формального языка. В этом случае решение этой задачи сводится к распознаванию соответствующего языка, что позволяет сравнивать различные задачи по объему вычислительных ресурсов (сложности), требуемых для решения задачи. В курсе лекций определяются основные классы сложности - LSPACE, P, NP, PSPACE, BPP, PP и т.д. - и соотношения между ними. Вводится понятие полиномиальной сводимости и полных множеств.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.3 Профессиональный" основной образовательной программы 010400.62 Прикладная математика и информатика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Данная дисциплина относится к профессиональным дисциплинам.

Читается на 4 курсе 7 семестр для студентов, обучающихся по направлению "Прикладная математика и информатика".

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-9 (общекультурные компетенции)	способность осознать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности.
ПК-13 (профессиональные компетенции)	способность использовать основы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и применения современных средств поражения, основных мер по ликвидации их последствий, способность к общей оценке условия безопасности жизнедеятельности.
ПК-14 (профессиональные компетенции)	способность владеть методикой преподавания учебных дисциплин
ПК-14 (профессиональные компетенции)	способность владеть методикой преподавания учебных дисциплин

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

различные модели вычислений, используемых для распознавания формальных языков, и меры сложности, характеризующие работу каждой модели.

2. должен уметь:

ориентироваться в классификации формальных языков по сложностным классам.

3. должен владеть:

теоретическими знаниями о различных моделях вычислений, используемых для распознавания формальных языков,

4. должен демонстрировать способность и готовность:

приобрести навыки в определении возможности распознавания данного формального языка той или иной моделью вычисления, а также в построении таких моделей;

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение и основные определения.	7	1	0	2	0	домашнее задание
2.	Тема 2. Детерминированные машины Тьюринга.	7	2-3	0	4	0	домашнее задание
3.	Тема 3. Недетерминированные машины Тьюринга.	7	4-5	0	4	0	домашнее задание
4.	Тема 4. Сводимость и полнота.	7	6	0	2	0	домашнее задание
5.	Тема 5. Вероятностные машины Тьюринга.	7	7-8	0	4	0	домашнее задание
6.	Тема 6. Квантовые машины Тьюринга.	7	9-10	0	4	0	контрольная работа
7.	Тема 7. Конечные автоматы.	7	11-12	0	4	0	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Схемы из функциональных элементов (СФЭ).	7	13-14	0	4	0	домашнее задание
9.	Тема 9. Детерминированные ветвящиеся программы.	7	15-16	0	4	0	домашнее задание
10.	Тема 10. Вероятностные ветвящиеся программы.	7	17-18	0	4	0	контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	зачет
	Итого			0	36	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение и основные определения.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Тема. Введение и основные определения. Предмет и задачи. Проблематика спецкурса. Формальные языки. Несчетность множества всех формальных языков. Представление вычислительных задач в виде формальных языков.

Тема 2. Детерминированные машины Тьюринга.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Тема. Детерминированные машины Тьюринга. Определение детерминированной МТ. Рекурсивные и рекурсивно-перечислимые языки. Классический и полиномиальный тезисы Черча. Временная и пространственная сложность детерминированных МТ. Детерминированные сложностные классы L, P, PSPACE, EXPTIME. МТ-преобразователь. Функции, конструируемые по памяти. Теоремы Хартманиса о пространственной и временной иерархиях.

Тема 3. Недетерминированные машины Тьюринга.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Тема. Недетерминированные машины Тьюринга. Определение недетерминированной МТ. Временная и пространственная сложность недетерминированных МТ. Сложностные классы NPSPACE и NP.

Тема 4. Сводимость и полнота.

практическое занятие (2 часа(ов)):

Тема. Сводимость и полнота. Отношение полиномиальной сводимости. Свойства полиномиальной сводимости. Полнота и трудность. Определение NP-полноты. NP-полнота языков K, SAT, 3-SAT. Временная сводимость.

Тема 5. Вероятностные машины Тьюринга.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Тема. Вероятностные машины Тьюринга. Определение вероятностной МТ. Временная и пространственная сложность вероятностных МТ. Вероятностные сложностные классы RP, BPP и их соотношение с детерминированными классами сложности P, NP и PSPACE. Теоремы о связи временной сложности распознавания языков вероятностными и детерминированными МТ. Дополнения к классам сложности, классы coPSPACE, coLSPACE, coP, coNP. Вероятностные классы RP, coRP, ZPP и их связь с определенными ранее классами.

Тема 6. Квантовые машины Тьюринга.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Тема. Квантовые машины Тьюринга. Определение квантовой МТ. Гильбертово пространство, суперпозиция машины, оператор эволюции. Унитарность преобразований. Измерение. Временная и пространственная сложность квантовых МТ. Квантовые сложности классы VQP и PrQP. Теорема моделирования (квантовой МТ на вероятностной).

Тема 7. Конечные автоматы.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Тема. Конечные автоматы. Определение детерминированного и вероятностного конечных автоматов. Детерминированная автоматная сложность языка. Вероятностная автоматная сложность языка. Распознавание регулярных языков вероятностными автоматами.

Тема 8. Схемы из функциональных элементов (СФЭ).

практическое занятие (4 часа(ов)):

Схемы из функциональных элементов (СФЭ). Определение СФЭ. Глубина и сложность схемы. Схемные сложности классы P/poly, NCi, ACi, PSPACE и их связь с детерминированными классами.

Тема 9. Детерминированные ветвящиеся программы.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Детерминированные ветвящиеся программы Контактные схемы. Определение детерминированной ветвящейся программы. Определение сложности для ветвящихся программ. Сложностной класс P-BP. Неоднородная МТ. Оракул. Теорема Кобхэма о совпадении класса P-BP с классом L/poly. Уровневые ветвящиеся программы. Глубина программы. Забывающие ветвящиеся программы. Нижние оценки сложности булевых функций. Оценка Нечипорука. Ветвящиеся программы ограниченной ширины. Результат Барингтона.

Тема 10. Вероятностные ветвящиеся программы.

практическое занятие (4 часа(ов)):

Вероятностные ветвящиеся программы Определение вероятностной ветвящейся программы. Сложностной класс BPP-BP.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение и основные определения.	7	1	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
2.	Тема 2. Детерминированные машины Тьюринга.	7	2-3	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
3.	Тема 3. Недетерминированные машины Тьюринга.	7	4-5	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
4.	Тема 4. Сводимость и полнота.	7	6	подготовка домашнего задания	2	домашнее задание
5.	Тема 5. Вероятностные машины Тьюринга.	7	7-8	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Квантовые машины Тьюринга.	7	9-10	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
7.	Тема 7. Конечные автоматы.	7	11-12	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
8.	Тема 8. Схемы из функциональных элементов (СФЭ).	7	13-14	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
9.	Тема 9. Детерминированные ветвящиеся программы.	7	15-16	подготовка домашнего задания	4	домашнее задание
10.	Тема 10. Вероятностные ветвящиеся программы.	7	17-18	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
	Итого				36	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Обучение происходит в форме лабораторно-практических занятий, а также самостоятельной работы студентов.

Изучение курса подразумевает не только овладение теоретическим материалом, но и получение практических навыков для более глубокого понимания разделов на основе решения задач и упражнений, иллюстрирующих доказываемые теоретические положения, а также развитие абстрактного мышления и способности самостоятельно доказывать утверждения.

Самостоятельная работа предполагает выполнение домашних работ. Практические задания, выполненные в аудитории, предназначены для указания общих методов решения задач определенного типа. Закрепить навыки можно лишь в результате самостоятельной работы.

Кроме того, самостоятельная работа включает подготовку к зачету. При подготовке к сдаче зачета весь объем работы рекомендуется распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к зачету, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда будет резерв времени.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Введение и основные определения.

домашнее задание , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы по теме. Решение задач.

Тема 2. Детерминированные машины Тьюринга.

домашнее задание , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы по теме. Решение задач.

Тема 3. Недетерминированные машины Тьюринга.

домашнее задание , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы по теме. Решение задач.

Тема 4. Сводимость и полнота.

домашнее задание , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы по теме. Решение задач.

Тема 5. Вероятностные машины Тьюринга.

домашнее задание , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы по теме. Решение задач.

Тема 6. Квантовые машины Тьюринга.

контрольная работа , примерные вопросы:

Решение задач на следующие темы: 1. Детерминированные машины Тьюринга (далее - МТ).

Рекурсивные и рекурсивно-перечислимые языки. 2. Недетерминированные МТ. Меры

сложности. 3. Вероятностные МТ. 4. Квантовые МТ. 5. NP-полнота языков K, SAT, 3-SAT. 6.

Класс ZPP. Связь ZPP с классами P, RP, coRP.

Тема 7. Конечные автоматы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы по теме. Решение задач.

Тема 8. Схемы из функциональных элементов (СФЭ).

домашнее задание , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы по теме. Решение задач.

Тема 9. Детерминированные ветвящиеся программы.

домашнее задание , примерные вопросы:

Углубленное изучение литературы по теме. Решение задач.

Тема 10. Вероятностные ветвящиеся программы.

контрольная работа , примерные вопросы:

Решение задач на следующие темы: 1. Вероятностные конечные автоматы. 2. Схемы из

функциональных элементов. 3. Классы ACi, NCi, PSPACE. 4. Детерминированные ветвящиеся

программа. 5. Ветвящиеся программы ограниченной ширины. 6. Вероятностные ветвящиеся

программы. 7. Неоднородные МТ.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

По данной дисциплине предусмотрено проведение зачета. Примерные вопросы для зачета:

1. Формальные языки. Теорема о несчетности множества формальных языков.

2. Детерминированные машины Тьюринга (далее - МТ). Рекурсивные и рекурсивно-перечислимые языки.

3. Меры вычислительной сложности для детерминированных МТ.

Связь между пространственной и временной сложностью.

4. Сложностные классы L, P, PSPACE, EXPTIME и связь между ними.

5. МТ-преобразователи. Функции, конструируемые по памяти. Теоремы Хартманиса.

6. Недетерминированные МТ. Меры сложности. Связь с мерами сложности детерминированных МТ. Классы NP, NPSpace.

7. Полиномиальная сводимость. Свойства. Сводимость языка Palindrom к языку SAT.

8. NP-полнота языков K, SAT, 3-SAT.

9. Вероятностные МТ. Класс RP и его связь с PSPACE и NP.

10. Класс BPP и его связь с P, RP и NP.

11. Оценка Чернова. Теорема о принадлежности языка классу BPP. Связь BPP с PSPACE.

12. Классы coLSPACE, coP, coPSPACE, coNP и их свойства.

13. Классы RP и coRP. Теорема о принадлежности языка классу RP. Связь классов RP и coRP с классами P, NP, coNP и BPP.
14. Класс ZPP. Связь ZPP с классами P, RP, coRP.
15. Квантовые МТ. Меры сложности. Квантовые классы сложности и их связь с детерминированными, недетерминированными и вероятностными классами. Теорема моделирования (без д-ва).
16. Вероятностные конечные автомат. Мера сложности. Класс распознаваемых языков.
17. Схемы из функциональных элементов. Глубина и сложность схемы. Класс P/poly и его связь с BPP (результат Адлемана).
18. Классы ACi, NCi, PSPACE и их связь друг с другом.
19. Детерминированные ветвящиеся программа. Графовое представление. Меры сложности. Класс P-BP. Уровневые и забывающие ветвящиеся программы
20. Неоднородные МТ. Оракул. Класс L/poly и его связь с P-BP (результат Кобхэма).
21. Ветвящиеся программы ограниченной ширины. Результат Баррингтона (набросок).
22. Нижние оценки сложности детерминированных ветвящихся программ. Оценка Нечипорука.
23. Вероятностные ветвящиеся программы. Класс BPP-BP.

7.1. Основная литература:

1 .Аблаев, Фарид Мансурович (д-р физ.-мат. наук ; 1953 -) . Классические и квантовые ветвящиеся программы [Текст: электронный ресурс] / Аблаев Ф. М., Васильев А. В. ? Электронные данные (1 файл: 0,5 Мб) .? (Казань : Казанский государственный университет, 2010) .? Загл. с экрана .? Режим доступа: открытый .?

2. Громкович, Юрай. Теоретическая информатика : Введение в теорию автоматов, теорию вычислимости, теорию сложности, теорию алгоритмов, рандомизацию, теорию связи и криптографию.– Издание 3- е.– СПб : БХВ- Петербург, 2010.– 336 с.

3.Аблаев Ф.М., Хайруллин А.Ф., Аблаев М.Ф. Учебно-методическое пособие "Коммуникационные вычисления", 2013

Подробности: http://kpfu.ru/publication?p_id=61470

4.Зверев Г.Н. Теоретическая информатика и её основания. Том 2. - М.:Физматлит, 2008. - 576 с.

http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2378

7.2. Дополнительная литература:

1. Бухараев Р.Г. Основы теории вероятностных автоматов. - М: Наука. - 1985. - 288 с.

2. Вероятностные автоматы / Р. Г. Бухараев .? Издание 2-е, переработанное и дополненное .? Казань : Издательство Казанского университета , 1977 .? 247с.

7.3. Интернет-ресурсы:

Библиотека по математике - <http://mathemlib.ru/mathenc/item/f00/s00/e0000043/index.shtml>

Блог - <http://blog.computationalcomplexity.org/>

Википедия - <http://ru.wikipedia.org>

Классические и квантовые ветвящиеся программы -

http://libweb.ksu.ru/ebooks/09-IVMIT/09_62_2010_000088.pdf

Открытый университет Интуит - <http://www.intuit.ru>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Вероятностные модели вычислений" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

занятия по дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной доской и мелом(маркером), а так же в специализированных компьютерных кабинетах.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 010400.62 "Прикладная математика и информатика" и профилю подготовки Математическая кибернетика .

Автор(ы):

Аблаев Ф.М. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Гайнутдинова А.Ф. _____

"__" _____ 201__ г.