

**Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего образования
«ФИНАНСОВЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
(Финансовый университет)**

**Департамент анализа данных и машинного обучения
Факультета информационных технологий и анализа больших данных**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной
и методической работе

_____ Е.А. Каменева

25.04.2023 г.

Сукин И.А.

Методы трансляции

Рабочая программа дисциплины

для студентов, обучающихся по направлению подготовки

01.03.02 - Прикладная математика и информатика,

ОП «Прикладная математика и информатика»,

профиль «Анализ данных и принятие решений в экономике и финансах»

*Рекомендовано Ученым советом
Факультета информационных технологий и анализа больших данных
(протокол №31 от 18.04.2023г.)*

*Одобрено Советом учебно-научного
Департамента анализа данных и машинного обучения
(протокол №2 от 29.03.2023г.)*

Москва 2023

СОДЕРЖАНИЕ

1. Наименование дисциплины.....	2
2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине	2
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	3
4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся	3
5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий.....	4
5.1. Содержание дисциплины.....	4
5.2. Учебно-тематический план	6
5.3. Содержание семинаров, практических занятий.....	7
6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	9
6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы.....	9
6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю	11
7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	12
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	19
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	19
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	20
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем	23
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	23

1. Наименование дисциплины

«Методы трансляции».

2. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине

Таблица 1

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции
ПКП-4	Способность применять математический аппарат при разработке вычислительных алгоритмов для решения задач в области экономики и финансов	1. Владеет математическим аппаратом, необходимым для разработки вычислительных алгоритмов.	Знать: математические методы теории формальных языков, теории компиляции и грамматического разбора. Уметь: применять математический аппарат теории формальных языков и теории компиляции для разработки трансляторов собственных языков программирования, в том числе предметно-ориентированных.
		2. Разрабатывает вычислительные алгоритмы для решения задач в области экономики и финансов.	Знать: методы теории алгоритмов и теории сложности в приложении к процессу трансляции программ. Уметь: разрабатывать эффективные алгоритмы трансляции предметно-ориентированных языков в области экономики и финансов.
ПКП-6	Способность ставить и решать оптимизационные задачи в различных сферах экономики и финансов	1. Владеет оптимизационными методами, демонстрирует знание принципов и особенностей выбора оптимизационных методов в зависимости от поставленной задачи.	Знать: методы высокоуровневой, среднеуровневой и низкоуровневой оптимизации программного кода в процессе трансляции. Уметь: реализовывать алгоритмы оптимизации программного кода, в том числе написанного на предметно-ориентированных языках программирования.

		2.Разрабатывает оптимизационные модели в области экономики и финансов.	Знать: методы анализа абстрактных синтаксических деревьев и кодогенерации. Уметь: анализировать абстрактные синтаксические деревья транслируемых программ, разрабатывать методы оптимизации кода, генерируемого на основе анализа таких деревьев.
		3.Решает оптимизационные задачи в различных сферах экономики и финансов.	Знать: методы оптимизации программного кода, применяемые на различных стадиях его трансляции. Уметь: разрабатывать статические анализаторы и оптимизаторы для программного кода, написанного на предметно-ориентированных языках в различных сферах экономики и финансов.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Методы трансляции» является дисциплиной Цикла профиля (элективный) «Анализ данных и принятие решений в экономике и финансах» по направлению подготовки 01.03.02 – Прикладная математика и информатика, ОП «Прикладная математика и информатика».

Дисциплина «Методы трансляции» базируется на знаниях, полученных в рамках дисциплин «Практикум по программированию» и «Дискретная математика».

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах и в академических часах с выделением объема аудиторной (лекции, семинары) и самостоятельной работы обучающихся

Таблица 2

Вид учебной работы по дисциплине	Всего (в з/е и часах)	Семестр 7 (в часах)
Общая трудоёмкость дисциплины	3/108	108
<i>Контактная работа - Аудиторные занятия</i>	<i>50</i>	<i>50</i>
<i>Лекции</i>	<i>16</i>	<i>16</i>
<i>Семинары, практические занятия</i>	<i>34</i>	<i>34</i>

Самостоятельная работа	58	58
Вид текущего контроля		контрольная работа
Вид промежуточной аттестации		экзамен

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) дисциплины с указанием их объемов (в академических часах) и видов учебных занятий

5.1. Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение в методы трансляции

Тема 1. Введение в компиляцию

Компиляторы. Структура компилятора. Стадии и проходы компиляции. Эволюция языков программирования. Применения технологий компиляции. Основы теории языков программирования.

Тема 2. Простой синтаксически управляемый транслятор

Определение синтаксиса. Синтаксически управляемая трансляция. Разбор исходного кода. Трансляция простых выражений. Структура простого синтаксически управляемого транслятора.

Раздел 2. Анализ исходного кода

Тема 3. Лексический анализ

Роль лексического анализатора. Буферизация ввода. Спецификация токенов. Распознавание токенов. Генераторы лексических анализаторов. Конечные автоматы и регулярные выражения. Оптимизация лексических анализаторов на основе детерминированных конечных автоматов.

Тема 4. Синтаксический анализ

Роль синтаксического анализатора. Контекстно-свободные грамматики. Разработка грамматики. Нисходящий и восходящий синтаксический анализ. LR-анализ. Неоднозначные грамматики. Генераторы синтаксических анализаторов. Контекстно-зависимые грамматики.

Тема 5. Синтаксически управляемая трансляция

Синтаксически управляемые определения. Порядок вычислений в синтаксически управляемой трансляции. Синтаксически управляемые схемы трансляции. L-атрибутные синтаксически управляемые определения

Раздел 3. Генерация кода

Тема 6. Генерация промежуточного кода

Варианты синтаксических деревьев. Трёхадресный код. Типы и объявления. Трансляция определений. Проверка типов. Поток управления. Обратные поправки. Инструкции выбора. Промежуточный код процедур.

Тема 7. Среды времени выполнения

Организация памяти. Выделение памяти в стеке. Доступ к нелокальным данным в стеке. Управление кучей. Сборка мусора. Сборка мусора на основе отслеживания. Распределённая сборка мусора.

Тема 8. Генерация кода

Проектирование генераторов кода. Целевые языки. Адреса в целевом коде. Базовые блоки и графы потоков. Оптимизация базовых блоков. Локальная оптимизация. Распределение и назначение регистров. Переписывание деревьев. Генерация оптимального кода для выражений. Генерация кода с использованием динамического программирования.

Раздел 4. Оптимизация кода

Тема 9. Машинно-независимые оптимизации

Основные источники оптимизации. Анализ потоков данных. Распространение констант. Устранение частичной избыточности. Циклы в графах потоков. Анализ на основе областей. Символический анализ.

Тема 10. Параллелизм на уровне команд

Архитектуры процессоров. Ограничения планирования кода. Планирование базовых блоков. Глобальное планирование кода. Программная конвейеризация.

Тема 11. Оптимизация параллелизма и локальности

Многопроцессорность. Параллелизм в приложениях. Пространства итераций.

Аффинные индексы массивов. Анализ зависимости данных в массивах.

Параллельность, не требующая синхронизации. Синхронизация между параллельными циклами. Конвейеризация. Оптимизация локальности.

Тема 12. Межпроцедурный анализ

Графы вызовов. Чувствительность к контексту. Контекстно-чувствительный анализ.

Анализ псевдонимов указателей. Логическое представление потока данных.

Контекстно-нечувствительный анализ. Двоичные диаграммы решений.

5.2. Учебно-тематический план

Таблица 3

№ п/ п	Наименование тем (разделов) дисциплины	Трудоёмкость в часах					Формы текущего контроля успеваемости
		Всего	Контактная работа - Аудиторная работа			Самост оательн ая работа	
			Об щая, в т.ч.:	Лек ЦИИ	Семинары, практическ ие занятия		
1.	Введение в компиляцию	7	3	1	2	4	Самостоятельные работы. Участие в решении задач на практических занятиях. Обсуждение решенных задач.
2.	Простой синтаксически управляемый транслятор	7	3	1	2	4	
3.	Лексический анализ	12	6	2	4	6	
4.	Синтаксический анализ	12	6	2	4	6	
5.	Синтаксически управляемая трансляция	7	3	1	2	4	
6.	Генерация промежуточного кода	12	6	2	4	6	
7.	Среды времени выполнения	7	3	1	2	4	
8.	Генерация кода	11	5	1	4	6	
9.	Машинно- независимые оптимизации	12	6	2	4	6	
10.	Параллелизм на уровне команд	7	3	1	2	4	

11.	Оптимизация параллелизма и локальности	7	3	1	2	4	
12.	Межпроцедурный анализ	7	3	1	2	4	
	В целом по дисциплине	108	50	16	34	58	Согласно учебному плану: контрольная работа
	Итого в %		46	32	68	54	

5.3. Содержание семинаров, практических занятий

Таблица 4

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов для обсуждения на семинарских, практических занятиях, рекомендуемые источники из разделов 8,9 (указывается раздел и порядковый номер источника)	Формы проведения занятий
Введение в компиляцию	Структура компилятора. Этапы компиляции, фазы компиляции. Объединение фаз компиляции в проходы. Эволюция языков программирования. Переход к языкам высокого уровня. <i>Рекомендуемые источники:</i> Основная литература - [8.1]. Дополнительная литература – [8.2]	Интерактивная форма, групповое обсуждение теоретических вопросов по тематике занятия, практикум по решению задач по тематике занятия
Простой синтаксически управляемый транслятор	Определение синтаксиса. Базовые методы синтаксически управляемой трансляции. Разбор исходного кода. Трансляция простейших выражений. <i>Рекомендуемые источники:</i> Основная литература - [8.1]. Дополнительная литература – [8.2]	Интерактивная форма, групповое обсуждение теоретических вопросов по тематике занятия, практикум по решению задач по тематике занятия
Лексический анализ	Роль лексического анализатора. Токены, шаблоны и лексемы. Буферизация ввода, ограничители. Спецификация токенов. Регулярные выражения. Распознавание токенов. <i>Рекомендуемые источники:</i> Основная литература - [8.1]. Дополнительная литература – [8.2]	Интерактивная форма, групповое обсуждение теоретических вопросов по тематике занятия, практикум по решению задач по тематике занятия
Синтаксический анализ	Роль синтаксического анализатора. Грамматики. Обработка синтаксических ошибок. Контекстно-свободные грамматики. Разработка грамматики. Нисходящий синтаксический анализ. LL(1)-грамматики. Восходящий синтаксический анализ. Синтаксический анализ shift/reduce. <i>Рекомендуемые источники:</i> Основная литература - [8.1]. Дополнительная литература – [8.2]	Интерактивная форма, групповое обсуждение теоретических вопросов по тематике занятия, практикум по решению задач по тематике занятия

Синтаксически управляемая трансляция	Синтаксически управляемые определения. Наследуемые и синтезируемые атрибуты. Порядок вычисления. Графы зависимостей. Построение синтаксических деревьев. <i>Рекомендуемые источники:</i> Основная литература - [8.1]. Дополнительная литература – [8.2]	Интерактивная форма, групповое обсуждение теоретических вопросов по тематике занятия, практикум по решению задач по тематике занятия
Генерация промежуточного кода	Ориентированные ациклические графы для выражений. Трёхадресный код. Типы и объявления. Трансляция выражений. Проверка типов и вывод типов. Алгоритмы унификации. <i>Рекомендуемые источники:</i> Основная литература - [8.1]. Дополнительная литература – [8.2]	Интерактивная форма, групповое обсуждение теоретических вопросов по тематике занятия, практикум по решению задач по тематике занятия
Среды времени выполнения	Статическое и динамическое распределение памяти. Выделение памяти на стеке. Нелокальные данные на стеке. Диспетчер памяти. Куча, управление кучей. <i>Рекомендуемые источники:</i> Основная литература - [8.1]. Дополнительная литература – [8.2]	Интерактивная форма, групповое обсуждение теоретических вопросов по тематике занятия, практикум по решению задач по тематике занятия
Генерация кода	Проектирование генераторов кода. Распределение регистров. Модель целевой машины и целевого языка. Адреса в целевом коде. Базовые блоки и графы потоков. Оптимизация базовых блоков. Локальная оптимизация. <i>Рекомендуемые источники:</i> Основная литература - [8.1]. Дополнительная литература – [8.2]	Интерактивная форма, групповое обсуждение теоретических вопросов по тематике занятия, практикум по решению задач по тематике занятия
Машинно-независимые оптимизации	Основные источники оптимизации и их выявление. Анализ потоков данных. Анализ активных переменных. Полурешётки. Передаточные функции. Распространение констант. <i>Рекомендуемые источники:</i> Основная литература - [8.1]. Дополнительная литература – [8.2]	Интерактивная форма, групповое обсуждение теоретических вопросов по тематике занятия, практикум по решению задач по тематике занятия
Параллелизм на уровне команд	Архитектуры процессоров. Конвейерное выполнение команд. Задержки ветвлений и предсказание переходов. Планирование базовых блоков. <i>Рекомендуемые источники:</i> Основная литература - [8.1]. Дополнительная литература – [8.2]	Интерактивная форма, групповое обсуждение теоретических вопросов по тематике занятия, практикум по решению задач по тематике занятия
Оптимизация параллелизма и локальности	Многопроцессорность. Параллелизм. Уровни параллелизма. Аффинные преобразования. Интерференция кэш-лей. Пространства итераций. Управление порядком выполнения. Аффинные индексы массивов. Повторное использование данных. Анализ зависимости данных в массивах. <i>Рекомендуемые источники:</i>	Интерактивная форма, групповое обсуждение теоретических вопросов по тематике занятия, практикум по решению задач по тематике занятия

	Основная литература - [8.1]. Дополнительная литература – [8.2]	
Межпроцедурный анализ	Графы вызовов. Понятие чувствительности к контексту. Вызовы виртуальных методов. Анализ указателей. Контекстно-чувствительный и контекстно-нечувствительный анализ. <i>Рекомендуемые источники:</i> Основная литература - [8.1]. Дополнительная литература – [8.2]	Интерактивная форма, групповое обсуждение теоретических вопросов по тематике занятия, практикум по решению задач по тематике занятия

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение дисциплины, формы внеаудиторной самостоятельной работы

Таблица 5

Наименование тем (разделов) дисциплины	Перечень вопросов, отводимых на самостоятельное освоение	Формы внеаудиторной самостоятельной работы
Введение в компиляцию	Применения технологии компиляторов. Разработка новых компьютерных архитектур. Повышение производительности ПО. Основные понятия теории языков программирования.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Простой синтаксически управляемый транслятор	Абстрактный и конкретный синтаксис. Основы лексического анализа. Таблицы символов и области видимости. Промежуточные представления.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Лексический анализ	Генераторы лексических анализаторов. Конечные автоматы. Оптимизация анализаторов на основе конечных автоматов.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Синтаксический анализ	LR-анализ. Неоднозначные грамматики. Генераторы синтаксических анализаторов. Контекстно-зависимые анализы.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.

Синтаксически управляемая трансляция	Построение синтаксических деревьев. Постфиксные схемы трансляции. Генерация кода «на лету».	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Генерация промежуточного кода	Поток управления. Инструкции потока управления. Обратные поправки. Однопроходная генерация кода. Инструкции выбора. Промежуточный код процедур.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Среды времени выполнения	Сборка мусора. Сборка мусора на основе отслеживания. Распределённая сборка мусора. Консервативная сборка мусора.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Генерация кода	Локальная оптимизация. Распределение и назначение регистров. Алгоритмы переписывания деревьев. Генерация оптимального кода. Генерация кода с использованием динамического программирования.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Машинно-независимые оптимизации	Устранение частичной избыточности. Циклы в графах потоков. Доминаторы. Анализ на основе областей. Символический анализ.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Параллелизм на уровне команд	Глобальное планирование кода. Взаимодействие с динамическими планировщиками. Программная конвейеризация.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Оптимизация параллелизма и локальности	Параллельность, не требующая синхронизации. Синхронизация между параллельными циклами. Конвейеризация. Оптимизация локальности. Векторные и SIMD-команды.	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия; изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
Межпроцедурный анализ	Логическое представление потока данных. Datalog. Реализация логических	Работа с текстом лекции, разбор вопросов и заданий по теме занятия;

	представлений с использованием двоичных диаграмм решений.	изучение рекомендованных к занятию литературных источников.
--	---	---

6.2. Перечень вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Примерные вопросы к контрольной работе

1. Структура и архитектура компилятора. Фазы, этапы и проходы компиляции.
2. Лексический анализ. Токены, шаблоны, лексемы.
3. Распознавание токенов. Архитектура лексического анализатора.
4. Конечные автоматы и регулярные выражения.
5. Контекстно-свободные грамматики. Расширенная форма Бэкуса-Наура.
6. Трёхадресный код. Адреса и команды.
7. Проверка типов. Вывод типов. Полиморфные функции.
8. Диспетчер памяти. Динамическое выделение памяти. Куча. Управление кучей.
9. Распределение и назначение регистров. Глобальное распределение регистров.
10. Многопроцессорность. Параллелизм. Уровни параллелизма.

Примерные задания контрольной работы

1. Постройте схему синтаксически управляемой трансляции, которая транслирует арифметические выражения из постфиксной записи в инфиксную.
2. Постройте анализатор, работающий методом рекурсивного спуска, для грамматики:

$$S \rightarrow + S S \mid - S S \mid a$$
3. Язык программирования C не имеет булева типа. Покажите, как компилятор C может транслировать инструкцию if в трёхадресный код.

4. Запишите классы символов для следующих множеств.

- a. Первые десять букв (по “j” включительно) как в верхнем, так и в нижнем регистрах.
- b. Строчные согласные.
- c. «Цифры» шестнадцатеричного числа (для «цифр», больших 9, могут использоваться либо строчные, либо прописные буквы).
- d. Символы, могущие находиться в конце корректного предложения на английском языке (например, восклицательный знак).

5. Примените алгоритм КМП к проверке вхождения ключевого слова ababa в качестве подстроки в abababaab.

Критерии балльной оценки различных форм текущего контроля успеваемости содержатся в соответствующих методических рекомендациях Департамента анализа данных и машинного обучения.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Перечень компетенций с указанием индикаторов их достижения в процессе освоения образовательной программы содержится в разделе 2. **«Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы (перечень компетенций) с указанием индикаторов их достижения и планируемых результатов обучения по дисциплине».**

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки индикаторов достижения компетенций, умений и знаний

Таблица 6

Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Результаты обучения (умения и знания), соотнесенные с индикаторами достижения компетенции	Типовые контрольные задания

ПКП-4 Способность применять математический аппарат при разработке вычислительных алгоритмов для решения задач в области экономики и финансов	1. Владеет математическим аппаратом, необходимым для разработки вычислительных алгоритмов.	Знать: математические методы теории формальных языков, теории компиляции и грамматического разбора. Уметь: применять математический аппарат теории формальных языков и теории компиляции для разработки трансляторов собственных языков программирования, в том числе предметно-ориентированных.	Запишите РБНФ для простейшего калькулятора, использующего бинарные и унарные операции +, -, бинарные операции *, / и круглые скобки.
	2. Разрабатывает вычислительные алгоритмы для решения задач в области экономики и финансов.	Знать: методы теории алгоритмов и теории сложности в приложении к процессу трансляции программ. Уметь: разрабатывать эффективные алгоритмы трансляции предметно-ориентированных языков в области экономики и финансов.	Реализуйте транслятор языка для калькулятора из Задания 1 в формат Excel OpenXML.
ПКП-6 Способность ставить и решать оптимизационные задачи в различных сферах экономики и финансов	1. Владеет оптимизационными методами, демонстрирует знание принципов и особенностей выбора оптимизационных методов в зависимости от поставленной задачи.	Знать: методы высокоуровневой, среднеуровневой и низкоуровневой оптимизации программного кода в процессе трансляции. Уметь: реализовывать алгоритмы оптимизации программного кода, в том числе написанного на предметно-ориентированных языках программирования.	Реализуйте алгоритм распространения констант для произвольного транслятора выбранного вами языка программирования.
	2. Разрабатывает оптимизационные модели в области экономики и финансов.	Знать: методы анализа абстрактных синтаксических деревьев и кодогенерации. Уметь: анализировать абстрактные синтаксические деревья транслируемых программ, разрабатывать методы оптимизации кода, генерируемого на основе анализа таких деревьев.	Реализуйте алгоритм векторизации операций сложения массивов.

	3.Решает оптимизационные задачи в различных сферах экономики и финансов.	Знать: методы оптимизации программного кода, применяемые на различных стадиях его трансляции. Уметь: разрабатывать статические анализаторы и оптимизаторы для программного кода, написанного на предметно-ориентированных языках в различных сферах экономики и финансов.	Для урезанного варианта языка программирования С напишите статический анализатор, обнаруживающий использование присваивания вместо равенства в условиях оператора if.
--	--	--	---

Примерные задания для подготовки к экзамену

1. Что будет выведено следующим фрагментом кода на языке программирования С?

```
#define a (x+1)
int x = 2;
void b() { x = a; printf("%d\n", x); }
void c() { int x = 1; printf("%d\n"), a; }
void main() { b(); c(); }
```

2. Для контекстно-свободной грамматики

$$S \rightarrow S S + \mid S S * \mid a$$

постройте дерево разбора для строки $aa+a^*$.

3. Покажите, что все бинарные строки, генерируемые приведённой грамматикой, имеют значения, делящиеся на 3.

$$\text{num} \rightarrow 11 \mid 1001 \mid \text{num } 0 \mid \text{num num}$$

4. Для следующей конструкции с вложенными циклами:

```
for (i = 1; i < 30; i++)
    for (j = i+2; j < 40-i; j++)
        x[i,j] = 0;
```

запишите ограничения и с помощью алгоритма Фурье-Мощкина исключите i из множества ограничений.

5. Примените проверку вычетов циклов к следующему множеству ограничений:

$$0 \leq x \leq 99, \quad y \leq x - 100,$$

$$0 \leq y \leq 9, \quad z \leq y + 60,$$

$$0 \leq z \leq 99, \quad x \leq z + 50$$

Примерные вопросы для подготовки к экзамену

1. Компиляторы. Структура компиляторы. Фазы, этапы и проходы компиляции.
2. Языки программирования. Понятия статического и динамического. Среды и состояния. Области видимости.
3. Лексический анализ. Лексемы, шаблоны и токены. Атрибуты токенов. Лексические ошибки.
4. Буферизация ввода. Пары буферов. Ограничители.
5. Спецификация токенов. Регулярные выражения. Расширения регулярных выражений.
6. Распознавание токенов. Диаграммы переходов.
7. Генераторы лексических анализаторов. Синтаксис и использование.
8. Конечные автоматы. Детерминированные и недетерминированные автоматы. Таблицы переходов.
9. Преобразования конечных автоматов. Построение конечных автоматов из регулярных выражений.
10. Распознавание шаблонов на основе конечных автоматов. Реализация прогностического оператора.
11. Синтаксический анализ. Грамматики. Обработка синтаксических ошибок.
12. Контекстно-свободные грамматики. Расширенная форма Бэкуса-Наура. Деревья разбора и порождения.
13. Разработка грамматики. Устранение неоднозначности. Устранение левой рекурсии. Левая факторизация.
14. Нисходящий синтаксический анализ. Метод рекурсивного спуска. LL(1)-грамматики.
15. Восходящий синтаксический анализ. Синтаксический анализ shift/reduce.

- 16.LR-анализ. Алгоритм LR-анализа. Построение таблиц SLR-анализа. Построение LALR-таблиц синтаксического анализа.
- 17.Генераторы синтаксических анализаторов. Yacc и Bison.
- 18.Синтаксически управляемые определения. Наследуемые и синтезируемые атрибуты. Графы зависимостей.
- 19.Синтаксически управляемые схемы трансляции. Постфиксные схемы трансляции. Генерация кода «на лету».
- 20.Трёхадресный код. Адреса и команды. Представление в виде статических единственных присваиваний.
- 21.Типы и объявления. Выражения типов. Эквивалентность типов. Размещение локальных имён в памяти.
- 22.Трансляция выражений. Инкрементная трансляция. Трансляция обращений к массиву.
- 23.Проверка типов. Преобразования типов. Вывод типов. Полиморфные функции. Алгоритм унификации.
- 24.Поток управления. Булевы выражения. Инструкции потока управления. Трансляция логических выражений.
- 25.Выделение памяти на стеке. Деревья активации. Записи активации. Последовательности вызовов.
- 26.Доступ к нелокальным данным на стеке. Вложенные процедуры. Связи доступа. Дисплеи.
- 27.Динамическое выделение памяти. Куча. Управление кучей. Иерархия памяти. Снижение фрагментации памяти.
- 28.Сборка мусора. Достижимость. Сборка мусора с подсчётом ссылок.
- 29.Сборка мусора на основе отслеживания. Алгоритм «пометить и подмести». Сборщики мусора типа «пометить и сжать». Копирующие сборщики.
- 30.Распределённая сборка мусора. Инкрементная сборка мусора. Сборка мусора по поколениям. Алгоритм поезда.
- 31.Базовые блоки и графы потоков. Представление графов потоков. Циклы.

32. Оптимизация базовых блоков. Поиск локальных общих подвыражений. Сборка базового блока из ориентированного ациклического графа.
33. Локальная оптимизация. Устранение излишних загрузок и сохранений. Устранение недостижимого кода. Оптимизация потока управления.
34. Распределение и назначение регистров. Счётчики использований. Распределение регистров путём раскраски графа.
35. Переписывание деревьев. Схемы трансляции деревьев. Генерация кода путём замощения входного дерева.
36. Генерация кода для выражений. Числа Ершова. Генерация кода на основе помеченных деревьев.
37. Генерация кода с использованием динамического программирования. Последовательные вычисления.
38. Основные источники оптимизации. Источники избыточности. Преобразования, сохраняющие семантику. Глобальные общие подвыражения.
39. Абстракция потока данных. Анализ потоков данных. Достигающие определения. Анализ активных переменных.
40. Основы анализа потоков данных. Полурешётки. Передаточные функции. Смысл решения потока данных.
41. Распространение констант. Передаточные функции для структуры распространения констант. Свойства структуры распространения констант.
42. Устранение частичной избыточности. Отложенное перемещение кода. Ожидаемость выражений.
43. Циклы в графах потоков. Доминаторы. Упорядочение в глубину. Рёбра в глубинном остовном дереве.
44. Анализ на основе областей. Области. Иерархии областей.
45. Ограничения планирования кода. Зависимость через данные. Зависимость от управления. Опережающее выполнение.
46. Планирование базовых блоков. Графы зависимости данных. Приоритетные топологические порядки.

47. Глобальное планирование кода. Перемещение кода. Обновление зависимостей данных. Взаимодействие с динамическими планировщиками.
48. Программная конвейеризация. Циклы с зависимыми итерациями. Планирование ациклических графов зависимости данных. Планирование графов с циклическими зависимостями.
49. Многопроцессорность. Параллелизм. Уровни параллелизма. Локальность данных. Интерференция кэша.
50. Пространства итераций. Построение пространств итераций вложенных циклов. Управление порядком выполнения.
51. Анализ зависимости данных в массивах. Целочисленное линейное программирование. Эвристические алгоритмы решения задачи целочисленного линейного программирования.
52. Параллельность, не требующая синхронизации. Разбиения аффинного пространства. Разрешения ограничений разбиения пространств.
53. Синхронизация между параллельными циклами. Графы зависимостей программ. Иерархическое время.
54. Оптимизация локальности. Сжатие массивов. Чередование частей массивов.

Пример экзаменационного билета

Задание 1. Трансляция выражений. Инкрементная трансляция. Трансляция обращений к массиву. **(20 баллов)**

Задание 2. Устранение частичной избыточности. Отложенное перемещение кода. Ожидаемость выражений. **(20 баллов)**

Задание 3. Для следующей конструкции с вложенными циклами:

```
for (i = 1; i < 30; i++)  
    for (j = i+2; j < 40-i; j++)  
        x[i, j] = 0;
```

запишите ограничения и с помощью алгоритма Фурье-Мощкина исключите i из множества ограничений. **(20 баллов)**

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Малявко, А. А. Параллельное программирование на основе технологий openmp, mpi, cuda : учебное пособие для академического бакалавриата / А. А. Малявко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Юрайт, 2023. — 129 с. — ЭБС Юрайт. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/514199> (дата обращения: 03.05.2023). — Текст : электронный.

Дополнительная литература:

2. Малявко, А. А. Формальные языки и компиляторы: учебное пособие / А. А. Малявко. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2014. - 431 с. — ЭБС ZNANIUM.com; ЭБС Университетская библиотека online. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/548152>; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436055> (дата обращения: 03.05.2023). — Текст : электронный.

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Личный кабинет обучающегося <https://org.fa.ru>
2. Электронная библиотека Финансового университета (ЭБ) <http://elib.fa.ru/>
3. Электронно-библиотечная система BOOK.RU <http://www.book.ru>
4. Онлайн-курс «Разработка компиляторов»
<https://intuit.ru/studies/courses/26/26/info>
5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ОНЛАЙН»
<http://biblioclub.ru/>
6. Электронно-библиотечная система Znanium <http://www.znanium.com>
7. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
8. Электронно-библиотечная система издательства Проспект
<http://ebs.prospekt.org/books>

9. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>
10. Деловая онлайн-библиотека Alpina Digital <http://lib.alpinadigital.ru/>
11. Научная электронная библиотека eLibrary.ru <http://elibrary.ru>
12. Национальная электронная библиотека <http://нэб.пф/>
13. СПАРК <https://spark-interfax.ru/>

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Цель методических рекомендаций – обеспечить студенту бакалавриата (далее – студенту) оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Методические рекомендации по изучению дисциплины

Студентам необходимо ознакомиться:

- с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися на образовательном портале и сайте департамента, с графиком консультаций преподавателей.

Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям

(теоретический курс)

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Именно поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания департамента.

Студентам рекомендуется:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;
- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных или электронных носителях, представленный лектором на портале. Данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам, если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях. Не оставляйте «белых пятен» в освоении материала.

Рекомендации по подготовке к практическим (семинарским) занятиям

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;
- при подготовке к практическим занятиям следует обязательно использовать не только лекции, но и другую учебную литературу;
- в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении, при решении задач, заданных для самостоятельного решения;
- в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;
- на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Методические рекомендации по выполнению различных форм самостоятельных домашних заданий

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение различного рода заданий, которые ориентированы на более глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины. К выполнению заданий для самостоятельной работы предъявляются следующие требования: задания должны выполняться самостоятельно и представляться в установленный срок, а также соответствовать установленным требованиям по оформлению.

Студентам следует:

- руководствоваться графиком самостоятельной работы, определенным РПД;

- выполнять все плановые задания, выдаваемые преподавателем для самостоятельного выполнения, и разбирать на семинарах и консультациях неясные вопросы;
- использовать при подготовке нормативные документы Финансового университета;
- при подготовке к экзамену параллельно прорабатывать соответствующие теоретические и практические разделы дисциплины, фиксируя неясные моменты для их обсуждения на плановой консультации.

Методические рекомендации по работе с литературой

Любая форма самостоятельной работы студента начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке, так и дома.

К каждой теме учебной дисциплины подобрана основная и дополнительная литература.

При работе с литературой рекомендуется делать записи. Записи в той или иной форме не только способствуют пониманию и усвоению изучаемого материала, но и помогают вырабатывать навыки явного изложения в письменной форме тех или иных теоретических вопросов.

Методические указания по проведению практических занятий

По структуре практические занятия следует разделить на учебные и контрольные.

Учебные практические занятия структурно состоят из следующих компонент:

- проверка наличия выполненного задания самостоятельной работы каждого студента;
- выборочная проверка корректности выполнения домашнего задания;
- разбор типичных ошибок, возникших в самостоятельной работе;
- рассмотрение теоретических вопросов, связанных с текущим практическим занятием;
- разбор методов выполнения практических заданий и решения задач;
- корректировка заданий для самостоятельной работы студентов.

Контрольные практические занятия структурно состоят из следующих компонент:

- проведение аудиторных самостоятельных работ;
- подведение итогов и разбор типичных ошибок, возникших при выполнении самостоятельных работ.

Студенты должны обратить внимание на перечень основных контрольных мероприятий, которые проводятся в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Конкретные сроки проведения этих мероприятий своевременно доводятся до сведения студентов.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем

11.1.Комплект лицензионного программного обеспечения:

Пакет офисных программ;

Антивирус Kaspersky;

11.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Информационно-правовая система «Консультант Плюс»;

Информационно-правовая система «Гарант»;

Электронная энциклопедия: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Wiki>

Система комплексного раскрытия информации «СКРИН»: <https://skrin.ru>

11.3. Сертифицированные программные и аппаратные средства защиты информации - не предусмотрены.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для освоения дисциплины возможно использование вычислительных средств – компьютер, смартфон или планшет, в качестве дополнительных инструментов организации и осуществления образовательного процесса.