**Правительство Российской Федерации**

**Санкт-Петербургский государственный университет**

**РАБ О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теория формальных языков и трансляций

Formal Language and Translation Theory

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 5

Регистрационный номер рабочей программы: 002222

Санкт-Петербург

2021

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Дисциплина «Теория формальных языков и трансляций» создает теоретический фундамент для курсов по методам построения компиляторов, дальнейшего углубленного изучения трансляторов различного вида и вопросов вычислимости. Она представляет собой комплекс знаний, умений и навыков, позволяющих овладеть основами теории трансляций, базовыми способами описания и анализа формальных языков как основы для языков программирования, практическими аспектами решения задач синтаксически-управляемой обработки данных.

Основной задачей лекций и упражнений, предусматриваемыми учебным планом, является изучение классической теории формальных языков, методов их описания и реализации, основывающихся на грамматиках и автоматах различного типа; алгоритмических методов синтаксического анализа и перевода; развитие навыков самостоятельного решения задач.

Основным методологическим принципом построения программы курса, равно как и всей концепции обучения в целом, является принцип поэтапного системного накопления знаний и формирования необходимых компетенций по модели: от простого и/или знакомого – к сложному и/или незнакомому, а основной методологической стратегией прохождения отдельных разделов программы является ступенчатость и цикличность, предусматривающие постепенный возврат к ранее усвоенному материалу на более высоком концептуальном уровне.

По окончании курса обучающиеся должны знать содержание дисциплины «Теория формальных языков и трансляций» и иметь достаточно полное представление о возможностях её применения в различных прикладных областях информатики.  
Цель изучения дисциплины является обучение понятиям и формальным методам информатики, сложившимся в течение более чем полувековой теории и практики разработки трансляторов и современных компиляторов; развитие у обучающихся доказательного, логического мышления; знакомство с алгоритмами, применяемыми при построении современных компиляторов и интерпретаторов, знакомство с существующими инструментальными системами, автоматизирующими процесс решения задач, подготовка к решению практических задач, подготовка к восприятию других дисциплин в области информатики.

**1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)**

Учебные занятия по дисциплине «Теория формальных языков и трансляций» проводятся в 5-м семестре для обучающихся бакалавриата по образовательной программе «Технологии программирования».

Максимальная эффективность дисциплины будет обеспечена, если студент владеет базовыми математическими понятиями, достаточными для понимания математических утверждений и знаком с методами доказательств в классической математике.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны:

* знать содержание дисциплины «Теория формальных языков и трансляций» и иметь достаточно полное представление о возможностях применения её разделов в различных прикладных областях науки и техники;
* уметь применять основы математической теории формальных языков для решения разнообразных задач в области информатики;
* уметь демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, программировать с использованием современных компьютерных платформ и информационных технологий.
* овладеть следующими компетенциями:
  + ОПК-1 — способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности;
  + ОПК-2 — способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных комплексов в различных областях человеческой деятельности;
  + ПКА-1 — способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий.

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

В качестве активных и интерактивных форм учебных занятий общим объёмом 19 часов, входят лабораторные работы (15 ак. часов) и лекции, предполагающие активное взаимодействие с преподавателем (4 ак. часа).

**Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий**

**2.1. Организация учебных занятий**

**2.1.1 Основной курс**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код модуля в составе дисциплины,  практики и т.п. | Контактная работа обучающихся с преподавателем | | | | | | | | | | | | Самостоятельная работа | | | | Объём активных и интерактивных  форм учебных занятий | Трудоёмкость |
| лекции | семинары | консультации | практические  занятия | лабораторные работы | контрольные работы | коллоквиумы | текущий контроль | промежуточная  аттестация | итоговая аттестация | под руководством преподавателя | в присутствии  преподавателя | сам. раб. с использованием  методических материалов | текущий контроль (сам. раб.) | промежуточная аттестация (сам. раб.) | итоговая аттестация  (сам. раб.) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 5 | 64 |  | 2 |  | 15 |  | 1 |  | 2 |  |  |  | 52 |  | 44 |  | 19 | 5 |
|  | 2-100 |  | 2-100 |  | 2-25 |  | 2-100 |  | 2-100 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 64 |  | 2 |  | 15 |  | 1 |  | 2 |  |  |  | 52 |  | 44 |  | 19 | 5 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Формы текущего контроля успеваемости, виды промежуточной и итоговой аттестации | | | |
| Период обучения (модуль) | Формы текущего контроля успеваемости | Виды промежуточной аттестации | Виды итоговой аттестации  (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | |
| очная форма обучения | | | |
| Семестр 5 | коллоквиум | экзамен |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

Период обучения (модуль): Семестр 5

Курс обучения состоит из двух частей:

I. Языки, грамматики, автоматы – 32 часа.

II. Трансляции и синтаксические методы их реализации – 32 часа.

ЧАСТЬ I. ЯЗЫКИ, ГРАММАТИКИ, АВТОМАТЫ – 32ч. лекций, 7ч. лабораторных работ,   
26ч. самостоятельной работы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | | Вид учебных занятий | Кол-во часов |
| I. | ЯЗЫКИ И ИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ.  ГРАММАТИКИ.ТИПЫ ГРАММАТИК | | лекции | 2 |
| лабораторные работы | 1 |
| самостоятельная работа | 3 |
| II. | КОНЕЧНЫЕ АВТОМАТЫ И РЕГУЛЯРНЫЕ ГРАММАТИКИ | | лекции | 6 |
| лабораторные работы | 1 |
| самостоятельная работа | 3 |
| III | КОНТЕКСТНО-СВОБОДНЫЕ ГРАММАТИКИ. | | лекции | 8 |
| лабораторные работы | 1 |
| самостоятельная работа | 4 |
| IV | МАГАЗИННЫЕ АВТОМАТЫ. | | лекции | 6 |
| лабораторные работы | 1 |
| самостоятельная работа | 5 |
| V | МАШИНЫ ТЬЮРИНГА.  МАШИНЫ ТЬЮРИНГА: ПРОБЛЕМА ОСТАНОВКИ, ЯЗЫКИ ТИПА 0. | | лекции | 2 |
| лабораторные работы | 1 |
| самостоятельная работа | 3 |
| VI | ЛИНЕЙНО ОГРАНИЧЕННЫЕ АВТОМАТЫ И КОНТЕКСТНО ЗАВИСИМЫЕ ЯЗЫКИ. | | лекции | 2 |
| лабораторные работы | 1 |
| самостоятельная работа | 3 |
| VII | РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ КС-ГРАММАТИК И ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ. | | лекции | 6 |
| лабораторные работы | 1 |
| самостоятельная работа | 5 |
| ЧАСТЬ II. ТРАНСЛЯЦИИ И СИНТАКСИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ – 32 часа лекций, 8ч. лабораторных работ, 26ч. самостоятельной работы. | | | | |
| VIII | | ТРАНСЛЯЦИИ, ИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ. | лекции | 10 |
| лабораторные работы | 2 |
| самостоятельная работа | 8 |
| IX | | *LL(*k*)-*ГРАММАТИКИ. | лекции | 12 |
| лабораторные работы | 3 |
| самостоятельная работа | 8 |
| Х | | Распознаватель КСР-языка (реализация) | лекции | 8 |
| лабораторные работы | 3 |
| самостоятельная работа | 10 |
| XI | | Коллоквиум | | 1 |
| XII | | Промежуточная аттестация | самостоятельная работа | 44 |
| консультация | 2 |
| промежуточная аттестация (экзамен) | 2 |

План курса

ЧАСТЬ I. ЯЗЫКИ, ГРАММАТИКИ, АВТОМАТЫ – 32 ч. лекций.

I. Глава 1. ЯЗЫКИ И ИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ.

Алфавиты и языки. Представление языков с помощью распознающих и порождающих процедур. Теорема о рекурсивности языка.

Глава 2. ГРАММАТИКИ. ТИПЫ ГРАММАТИК.

Формальное определение грамматики. Типы грамматик. Иерархия Н Хомского. Пустое предложение. Рекурсивность контекстно-зависимых грамматик. Деревья вывода в контекстно-свободных грамматиках. Теорема о деревьях вывода.

II   Глава 3. КОНЕЧНЫЕ АВТОМАТЫ И РЕГУЛЯРНЫЕ ГРАММАТИКИ.

Теорема о единственности конечного автомата с минимальным числом состояний. Недетерминированные конечные автоматы. Теорема об эквивалентности недетерминированных и детерминированных конечных автоматов. Конечные автоматы и языки типа 3. Теоремы об эквивалентности конечных автоматов и грамматик типа 3. Теорема о том, что класс регулярных языков образует булеву алгебру. Замкнутость регулярных языков относительно произведения и замыкания. Теорема Клини и следствие из нее. Алгоритмически разрешимые проблемы, касающиеся конечных автоматов (проблемы пустоты и бесконечности языков, распознаваемых конечными автоматами, проблема эквивалентности конечных автоматов).

III.  Глава 4. КОНТЕКСТНО-СВОБОДНЫЕ ГРАММАТИКИ.

Теорема об алгоритмической разрешимости пустоты языка, порождаемого КС-грамматикой. Теоремы об исключении непродуктивных и недостижимых нетерминалов из КС-грамматик. Лемма о левостороннем выводе. Теорема об исключении цепных правил из КС-грамматики. Теорема о нормальной форме Хомского. Леммы о подстановке и устранении левой рекурсии. Теорема о нормальной форме Грейбах. Теорема “*uvwxy*”. Теоремы об алгоритмической разрешимости конечности КС-языков и исключении нетерминалов, порождающих конечные языки, из КС-грамматик. Свойство самовставленности. Теорема о регулярности языков, порождаемых несамовставленными КС-грамматиками. Теорема об ε-правилах в контекстно-свободных грамматиках. Специальные типы контекстно-свободных языков и грамматик. КСР-грамматики и синтаксическая граф-схема.

IV.  Глава 5. МАГАЗИННЫЕ АВТОМАТЫ.

Теорема об эквивалентности языков, принимаемых недетерминированными магазинными автоматами при конечном состоянии и при пустом магазине. Эквивалентность недетерминированных магазинных автоматов и контекстно-свободных грамматик.

V. Глава 6. МАШИНЫ ТЬЮРИНГА. Машины Тьюринга и их модификации.

Глава 7. МАШИНЫ ТЬЮРИНГА: ПРОБЛЕМА ОСТАНОВКИ, ЯЗЫКИ ТИПА 0.

Универсальная машина Тьюринга. Алгоритмическая неразрешимость проблемы остановки. Леммы о рекурсивности дополнения рекурсивного множества и рекурсивной перечислимости множества *L*2 = {*xi*⎪*xi* принимается *Ti*}. Теорема о том, что класс рекурсивных множеств является собственным подклассом класса рекурсивно перечислимых множеств. Теоремы об эквивалентности машин Тьюринга и грамматик типа 0.

VI.  Глава 8. ЛИНЕЙНО ОГРАНИЧЕННЫЕ АВТОМАТЫ И КОНТЕКСТНО ЗАВИСИМЫЕ ЯЗЫКИ.

Теоремы об эквивалентности линейно ограниченных автоматов и контекстно-зависимых грамматик. Теорема о том, что класс контекстно-зависимых языков является собственным подклассом класса рекурсивных множеств.

VII.  Глава 9. РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ КС-ГРАММАТИК И ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ.   
Обобщённые регулярные выражения. КС-грамматика в регулярной форме (КСР-грамматика). Эквивалентные преобразования КСР-грамматики. Базисные преобразования. Определение синтаксической граф-схемы (СГС). Понятие достижимости в СГС и отношение эквивалентности.  Синтез распознающего автомата для КСР-языка. Свойства синтаксической граф-схемы. Регуляризация КС-грамматик. Эквивалентные преобразования. Синтаксическая модель языка. Алгоритм исключения лево-(право) рекурсивных нетерминалов в КСР-правиле. Общий случай для всех правил КСР-грамматики. Автоматизация эквивалентных преобразований. Инструментальное средство–система SynGT (Syntax Graph Transformations).

ЧАСТЬ II. ТРАНСЛЯЦИИ И СИНТАКСИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ – 32 часа лекций.

VIII.  Глава 1. ТРАНСЛЯЦИИ, ИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ.

Некоторые способы задания трансляций: перечисление, гомоморфизм, схемы синтаксически-управляемых трансляций (SDTS), конечные и магазинные преобразователи. Эквивалентность классов трансляций, задаваемых магазинными преобразователями при конечном состоянии и при пустом магазине. Простые SDTS. Эквивалентность классов трансляций, задаваемых простыми SDTS и недерминированными магазинными преобразователями. Семантически-однозначные SDTS. Реконструкция выхода простой семантически однозначной трансляции по левостороннему анализу входной цепочки.

IX. Глава 2. *LL(*k*)-*ГРАММАТИКИ.

Определение *LL*(*k*)-грамматики. Необходимые и достаточные условия принадлежности приведенной КС-грамматики классу *LL*(*k*). Необходимые и достаточные условия принадлежности приведенной КС-грамматики классу *LL*(1). Сильные *LL*(*k*)- грамматики. Достаточные признаки непринадлежности КС-грамматики классу *LL*-грамматик: синтаксическая неоднозначность и леворекурсивность. K-предсказывающие алгоритмы анализа. Построение 1-предсказывающего алгоритма анализа по *LL*(1)-грамматике и его обоснование. Обоснование тождества: . *LL*(*k*)-таблицы. Алгоритм построения множества *LL*(*k*)-таблиц для *LL*(*k*)-грамматики. Построение *k*-предсказывающего алгоритма анализа по *LL*(*k*)- грамматике и его обоснование. Оценка числа шагов *k*-предсказывающего алгоритма анализа. Модификация *k*-предсказывающего алгоритма анализа в k-предсказывающий алгоритм трансляции, реализующий простую семантически однозначную трансляцию, задаваемую SDTS с входной грамматикой из класса *LL*(k). Реализация простых семантически однозначных трансляций с входным языком класса *LL*(*k*) при помощи детерминированных магазинных преобразователей. Алгоритм вычисления функций и и его обоснование. Алгоритм вычисления функции σ(*A*) и его обоснование. Алгоритм тестирования *LL*(*k*)-грамматик. Алгоритм вычисления функции  и его обоснование. Реализация семантически однозначных непростых синтаксически управляемых трансляций с входными языками класса *LL*(*k*) посредством магазинных процессоров.

X. Глава 3. РАСПОЗНАВАТЕЛЬ КСР-ЯЗЫКА (реализация).

Машинное представление синтаксической граф-схемы (СГС). Шаблоны для представления СГС в линейном виде. Метод построения состояний распознавателя КСР-языка по линейному представлению СГС. Стек состояний. Алгоритм проверки на эквивалентность состояний в стеке. Алгоритм построения управляющей таблицы распознавателя. Алгоритм минимизации состояний. Тестирование распознавателя. Построение набора тестов по СГС с заданным критерием.

XI. Коллоквиум. Решение одной задачи и обсуждение программных реализаций.

XII. Самостоятельная работа.

Решение задач и упражнений из Пособия [1] по тематике Части I и Части II лекционного материала, построение программ по проверке свойств регулярных и КС-грамматик, эквивалентные преобразования КСР-грамматик. Построение синтаксической граф-схемы по исходной КСР-грамматике в линейной форме и затем множества состояний магазинного распознавателя цепочек языка по заданной грамматике.

Построение и отладка двух программных проектов на современных платформах и подготовка набора тестовых примеров для их демонстрации. Описание этой работы в виде Реферата по образцу.

Знания и умения по завершении профессионально-ориентированного модуля.

К концу данного этапа обучения обучающийся должен:

* знать основные типы грамматик, уметь выполнять их эквивалентные преобразования и строить автоматы соответствующий типов;
* приобрести навыки построения схем синтаксически управляемых трансляций на базе входных *LL*(1)-грамматик и реализации трансляций ими задаваемых.

Темы для изучения, обсуждения и написания реферата по выполненному программному проекту объявляются на первых лекциях в начале семестра и направлены на:

1. Применение математической теории языков и трансляций в современных информационных технологиях.
2. Роль этой теории в практике реализации современных языков программирования для различных предметных областей.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Для организации взаимодействия с обучающимися, предоставления отчетности и организации самостоятельной работы с обучающимися существует список рассылки электронной почты, по которому обучающимся предоставляются все необходимые материалы: презентации лекций, задания, информация о системе оценивания.

В рамках лекционного материала основное внимание уделяется изложению теоретических основ курса. Для закрепления теоретического материала все техники трансляции сразу же применяются на достаточно большом наборе эмпирических данных.  
Методические материалы включают в себя следующие типы материалов – учебники, учебные пособия, методические указания для обучающихся, интернет-ресурсы, электронные учебные пособия, с опорой на которые проводится аудиторная работа.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса, которой отводится не менее половины учебного времени при очной форме обучения. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

К числу методических пособий относятся:

* учебно-тематический план работы, в котором определена тематика и виды самостоятельной работы и указан рекомендуемый объем материала и время его освоения;
* общие методические рекомендации и указания по самостоятельной работе;
* фонд контрольных заданий и тестов для самоконтроля, которые позволяют оценить уровень знаний, навыков и умений студентов согласно требованиям курса, государственным стандартам и европейским компетенциям.

Фонд заданий по самостоятельной работе по модулям курса «Теория формальных языков и трансляций» содержит около 100 примеров и задач.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и обучающимся осуществляется в форме консультаций как очных, так и дистанционных с использованием электронной почты и современных социальных сетей для организации самостоятельной работы обучающегося.

Контроль за самостоятельной работой может осуществляться в форме проверки результатов формализации математических утверждений, анализа полученных результатов, а также в постановке углубленных вопросов по темам занятий.

**3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания**

Контроль успеваемости обучающихся проводится на основе выполнения (невыполнения) ими домашнего задания к каждому занятию. Домашние задания состоят из примеров и задач. Решённые задачи обучающиеся отсылают по электронной почте к каждому следующему занятию. На практических занятиях обучающийся выполняет самостоятельные работы по решению небольших задач по теме курса. Кроме того, обучающийся обязан представить несколько (не менее двух) правильно работающих программных проектов по теме лекций к концу семестра, (например, свёртка лексем, минимизация конечного автомата или проверка правильности записи регулярных выражений, выполнение эквивалентных преобразований в граф-схеме или построение состояний распознавателя и другие). Практикуется индивидуальный подход при оценке степени сложности задачи. Общая экзаменационная оценка суммируется по результатам выполненных домашних заданий, самостоятельных работ, реферату по программному проекту, ответу на вопросы в билете и решению одной задачи.

Поскольку дисциплина имеет как теоретическую, так и практическую направленность и ориентирована, в том числе, на успешное представление результатов деятельности обучающегося в учебном процессе, подготовка ответов на экзамене проводится без ограничения доступа к материалам дисциплины, литературе и иным информационным источникам.

Коллоквиум проводится письменно и состоит в решении одной задачи. Решённая задача высылается по почте и оценивается по шкале (зачёт/незачёт).

Устный экзамен проводится в соответствии с заранее опубликованным списком вопросов, покрывающих большую часть рассмотренных на лекционных занятиях тем. Список задач не публикуется. Обучающийся должен в ходе экзамена ответить на два вопроса, решить задачу, на подготовку которых даётся не менее 40 минут, а также ответить на несколько дополнительных вопросов, без подготовки. Количество и содержание дополнительных вопросов – на усмотрение преподавателя, принимающего экзамен. Каждый ответ оценивается по шкале от 0 (нет ответа) до 5 (очень хороший ответ), результирующая оценка получается путём усреднения. Результат усреднения делится на количество вопросов и округляется в большую сторону. Нерешённая задача обнуляет результат устного ответа на вопросы.

**Оценки.**

1. Уверенные и полные ответы на все вопросы, включая умение применять теорию к решению предложенных задач, выполненные домашние работы и контрольные работы, представленный Реферат по программному проекту – оценка **отлично А**.
2. Неполные ответы – менее 80% и правильно решённая задача, выполненные домашние упражнения и все самостоятельные работы, представленный Реферат по программному проекту – оценка **хорошо** B.
3. Неполные ответы – менее 80% и правильно решённая задача, не менее 50% выполненных домашних упражнений и все самостоятельные работы, представленный Реферат по программному проекту – оценка **хорошо** С.
4. Недостаточно уверенное владение теоретическим материалом, выражающееся в незнании того или иного вопроса, недостаточно четкие с математической точки зрения доказательные рассуждения или невыполненные домашние задания на 50%, или не представленный Реферат по программному проекту– оценка **удовлетворительно** D.
5. Недостаточно уверенное владение теоретическим материалом, выражающееся в незнании того или иного вопроса, недостаточно четкие с математической точки зрения доказательные рассуждения или выполненные домашние задания на 20% или не представленный Реферат по программному проекту– оценка **удовлетворительно** E.
6. Неполные ответы – менее 50% или неуверенное владение теоретическим материалом, выражающееся в незнании того или иного вопроса, неумении проводить математически корректные доказательные рассуждения, применять теоретические положения для решения задачи, невыполненные домашние упражнения и контрольные работы, отсутствие Реферата по программному проекту – оценка **неудовлетворительно** F.

В случае, когда обучающийся переведён, восстановлен или при пересдаче экзамена комиссии, оценка выставляется по итогам собеседования с преподавателем.

**3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)**

В конце каждого занятия обучающиеся получают электронный вариант лекции в виде слайдов и домашнее задание по электронной почте. В конце семестра перед экзаменом выдаётся список вопросов, которые будут использованы при составлении экзаменационных билетов. Список экзаменационных задач исключительно по теме курса и заранее не выдаётся.

Ниже приводится примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине.

1. Алфавиты и языки. Представление языков с помощью распознающих и порождающих процедур. Теорема о рекурсивности языка.
2. Формальное определение грамматики. Типы грамматик. Пустое предложение. Лемма и Теорема.
3. Рекурсивность контекстно-зависимых грамматик. Теорема.
4. Деревья вывода в контекстно-свободных грамматиках. Теорема о деревьях вывода.
5. Конечные автоматы. Теорема об отношениях эквивалентности и конечных автоматах.
6. Теорема о единственности конечного автомата с минимальным числом состояний.
7. Недетерминированные конечные автоматы. Теорема об эквивалентности недетерминированных и детерминированных конечных автоматов.
8. Конечные автоматы и языки типа 3 по иерархии Хомского. Теоремы об эквивалентности конечных автоматов и грамматик типа 3.
9. Теорема о том, что класс регулярных языков образует булеву алгебру.
10. Замкнутость регулярных языков относительно произведения и замыкания.
11. Теорема Клини и следствие из нее.
12. Алгоритмически разрешимые проблемы, касающиеся конечных автоматов (проблемы пустоты и бесконечности языков, распознаваемых конечными автоматами, проблема эквивалентности конечных автоматов). Теорема.
13. Теорема об алгоритмической разрешимости пустоты языка, порождаемого КС-грамматикой.
14. Теоремы об исключении непродуктивных и недостижимых нетерминалов из КС-грамматик.
15. Лемма о левостороннем выводе. Теорема об исключении цепных правил из КС-грамматики.
16. Теорема о нормальной форме Хомского.
17. Леммы о подстановке и устранении левой рекурсии.
18. Теорема о нормальной форме Грейбах.
19. Теорема “uvwxy”.(pumping lemma).
20. Теоремы об алгоритмической разрешимости конечности КС-языков и исключении нетерминалов, порождающих конечные языки, из КС-грамматик.
21. Свойство самовставленности. Теорема о регулярности языков, порождаемых несамовставленными КС-грамматиками.
22. Теорема об ε-правилах в контекстно-свободных грамматиках.
23. Специальные типы контекстно-свободных языков и грамматик.
24. МП-автомат. Неформальное описание. Формальное определение. Понятие конфигурации.
25. Язык, допускаемый МП-автоматом. Теорема об эквивалентности языков, принимаемых недетерминированными магазинными автоматами при конечном состоянии и при пустом магазине.
26. Эквивалентность недетерминированных магазинных автоматов и контекстно-свободных грамматик.
27. Машины Тьюринга как распознаватели языков.
28. Машины Тьюринга. Неформальное и формальное описания. Язык, распознаваемый машиной Tьюринга. Модификации машин Тьюринга. Теоремы о языке, допускаемом машиной Тьюринга.
29. Обобщённые регулярные выражения. КС-грамматика в регулярной форме (КСР-грамматика).
30. Эквивалентные преобразования КС-грамматики. Базисные преобразования.
31. Определение граф-схемы. Лемма о множестве слов *L*(α,β). Следствия о множестве слов, порождаемых маршрутами в граф-схеме.
32. Однозначные регулярные выражения. Утверждения об однозначности регулярных выражений.
33. Построение графа для нетерминалов в КСР-грамматике.
34. Рекуррентный алгоритм построения синтаксической граф-схемы (СГС). Лемма.
35. Достижимые вершины в СГС. Определение множеств начальных(конечных) вершин графа *ГА*.
36. Достижимые вершины и понятие маршрута (пути) в синтаксической граф-схеме.
37. Понятие достижимости в СГС иотношение эквивалентности. Лемма и следствие о языке, порождаемом СГС.
38. Синтез распознающего автомата для КСР-грамматики. Понятие состояния для регулярного выражения в графе. Состояние вершины в графе. Переходное состояние. Регулярный случай.
39. Синтез распознающего автомата для КСР-грамматики. Состояния в синтаксической граф-схеме. Переходное состояние. Общий случай.
40. Свойства синтаксической граф-схемы. Леммы о существовании состояний распознавателя в синтаксической граф-схеме.
41. Регуляризация КС-грамматики.Эквивалентные преобразования. Базисные преобразования. Синтаксическая модель языка.
42. Представление КСР-грамматик в виде БНФ грамматики и в виде КСР-грамматики после подстановок.
43. Алгоритм исключения лево-(право) рекурсивных нетерминалов в КСР-правиле. Общий случай для всех правил КСР-грамматики. Автоматизация эквивалентных преобразований. Система SynGT.
44. Cпособы задания трансляций: перечисление, гомоморфизм, схемы синтаксически-управляемых трансляций (SDTS), конечные и магазинные преобразователи.
45. Простые SDTS. Эквивалентность классов трансляций, задаваемых простыми SDTS и недерминироанными магазинными преобразователями.
46. Эквивалентность классов трансляций, задаваемых магазинными преобразователями при конечном состоянии и при пустом магазине. Теорема.
47. Алгоритм вычисления функции  и его обоснование.
48. Определение *LL*(k)-грамматики. Необходимые и достаточные условия принадлежности приведенной КС-грамматики классу *LL*(k). Теорема.
49. Определение функции.
50. Необходимые и достаточные условия принадлежности приведенной КС-грамматики классу *LL*(1). Сильные *LL*(k)- грамматики. Теорема.
51. Достаточные признаки непринадлежности КС-грамматики классу *LL*-грамматик: синтаксическая неоднозначность и леворекурсивность.
52. K-предсказывающие алгоритмы анализа. Формальное определение.
53. Построение k-предсказывающего алгоритма трансляции по *LL*(k)- грамматике и его обоснование.
54. Введение в двухуровневые грамматики. Неформальное обоснование преобразований грамматик. Современные абстрактные формализмы для описания языков программирования (VW- и аффиксные грамматики, булевые грамматики и другие расширения и обобщения традиционных КС-грамматик).

Примеры типовых задач

1. Какой язык порождает cfg *G* =(*V*N, *V*T, *P*, *S*), где *V*N={*E*}; *V*T={*a*, +, \*};   
*P* ={*E* → *a, E* → *E* + *E, E* → *E* \* *E*}; *S* = *E*.   
Какие недостатки этой грамматики?

2. Дана контекстно-свободная грамматика *G* =( *V*N, *V*T, *P*, *S*), где *V*N = {*S*, *A*, *B*}, *V*T ={*a*, *b*}, *P* ={*S* → *aB*, *S* → *bA*, *A* → *a*, *A* → *aS*, *A* → *bAA*, *B* → *b*, *B* → *bS*, *B* → *aBB*}. Какой язык она порождает?

3. Рассмотрим грамматику *G*3:

S:a,b#С.

С: abc.

Построить Граф-схему в линейной записи и множество состояний распознавателя языка *L*G3.

**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающихся содержания и качества учебного процесса**

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

**3.2. Кадровое обеспечение**

**3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий**

К преподаванию дисциплины должны быть допущены преподаватели, имеющие учёную степень кандидата наук, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины.

**3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Требуется учебно-вспомогательный персонал для обеспечения работы аудиторного оборудования (компьютерного класса и проектора)

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

В аудитории необходимо наличие досок и средств письма на них, а также оборудование для демонстрации слайдов.

**3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования**

Аудитории для проведения лекционных и практических занятий оснащены проекционной техникой и компьютером.

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Специальных требований нет.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Специальных требований нет.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Расходные материалы не требуются.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. Мартыненко Б.К. Языки и трансляции. СПб., 2013. (2- издание, исправленное).
2. Ахо А. В., Ульман Дж., Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. Т.1. Синтаксический анализ, 612 с. Т.2. Компиляция, 487 с., М.: Мир, 1978.

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. Ахо А., Сети Р., Ульман Д. Компиляторы: принципы, технологии, инструменты. Пер. с англ. – М., 2001
2. Hopcroft, John E.; Ullman, Jeffrey D. (1968). Formal Languages and their Relation to Automata. Addison-Wesley.
3. Ludmila Fedorchenko and Sergey Baranov Equivalent Transformations and Regularization in Context–Free Grammars, // Bulgarian Academy of Sciences/ Cybernetics and Information Technologies (CIT) Volume 14, No 4, pp.11–28. Sofia 2014.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

Ресурсы сети Интернет. Dick Grune, Parsing Techniques — A Practical Guides, ftp://ftp.cs.vu.nl/pub/dick/PTAPG\_1st\_Edition/BookBody.pdf

**Раздел 4. Разработчики программы**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Фамилия, имя, отчество | Учёная  степень | Учёное  звание | Должность | Контактная информация  (служебный адрес электронной почты, служебный телефон) |
| Федорченко Людмила Николаевна | канд.  технических наук |  | доцент | [lnf@iias.spb.su](mailto:lnf@iias.spb.su) (812)328-1919 +7-921-183-8657 |
| Мартыненко Борис Константинович | д.ф.м.н, | доцент. | профессор. | [mbk@ctinet.ru](mailto:mbk@ctinet.ru),  +7 (812) 428 42 33 |