

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра теоретической информатики

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ

 Д.Ю. Чалый

« 24 » мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

«Языки программирования и методы трансляции»

Направление подготовки

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль)

«Программирование и технологии искусственного интеллекта»

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Программа рассмотрена
на заседании кафедры
от 15 марта 2022 г.,
протокол № 8

Программа одобрена НМК
факультета ИВТ
протокол № 6 от
18 апреля 2022 г.

Ярославль

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Языки программирования и методы трансляции» является приобретение знаний и умений, позволяющих войти в круг идей, понятий и основных результатов теории формальных языков и методов разработки и трансляции языков программирования. Целью преподавания дисциплины является ознакомление слушателей с материалом, составляющим теоретическую основу для разработки языков программирования и конструирования компиляторов для языков высокого уровня и являющимся классическим элементом системы подготовки специалистов в области информатики.

Данный курс вырабатывает у студентов навыки использования аппарата теории формальных языков, теории автоматов, синтаксического анализа и компиляции.

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Языки программирования и методы трансляции» относится к обязательной части Блока 1.

Её преподавание основывается на знаниях, полученных слушателями при изучении дисциплин Б1.В.ОД.6 «Основы информатики», Б1.В.ОД.5 «Основы программирования», Б1.Б.12 «Дискретная математика» и Б1.В.ОД.12 «Практикум по ЭВМ». Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, используются слушателями при изучении дисциплин Б1.Б.17 «Языки и методы программирования», Б1.В.ДВ.14.2 «Программная инженерия», а также специальных дисциплин и при подготовке выпускной дипломной работы.

Для освоения данной дисциплины студенты должны:

- владеть аппаратом дискретной математики, математической логики;
- уметь применять этот аппарат к изучению формальных языков, конечных и магазинных автоматов, методов синтаксического и семантического анализа языков программирования, теории построения компиляторов;
- знать основные элементы теории множеств, отношений на множествах, алгебраических структур, комбинаторики.

Полученные в курсе «Языки программирования и методы трансляции» знания необходимы для изучения дисциплины «Языки и методы программирования», а также для продолжения обучения в магистратуре по направлению «Прикладная математика и информатика».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
Общепрофессиональные компетенции		

<p>ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК – 4.1 Владеет знаниями об основных принципах современных информационных технологий и программных средств при решении задач профессиональной деятельности;</p> <p>ОПК – 4.2 Способен осуществить выбор программного средства и применить современные информационные технологии для решения научно-практических задач в профессиональной сфере.</p>	<p><u>Знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - основы работы с компьютером как средством управления информацией; - способы обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам; - пути к интеллектуальному, культурному и профессиональному саморазвитию для повышения своей квалификации и мастерства. <p><u>Уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать профессиональные навыки в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере; - понимать и применять в исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат; - критически переосмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости вид и характер своей профессиональной деятельности; - работать с информацией из различных источников, включая сетевые ресурсы сети Интернет, для решения профессиональных и социальных задач. <p><u>Владеть навыками:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - работы с информационными и компьютерными технологиями; - работы с информацией в глобальных компьютерных сетях; - применения в профессиональной деятельности современных языков программирования; - работы в коллективе и
--	--	---

		использования нормативных правовых документов в своей деятельности.
--	--	---

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. ед., 72 акад. час.

№ п/п	Раздел дисциплины	С е м е с т р	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			л е к ц и и	П р а к т и ч . з а н я т и я	к с р	С а м о с т о ж н о е р а б о т а	
1	Раздел 1. Формальные языки и грамматики	2	3	3		5,5	
2	Раздел 2. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы-распознаватели	2	3	3	1	5,5	Самост. работа, темы 1,2
3	Раздел 3. Регулярные грамматики и регулярные языки	2	3	3		5,5	
4	Раздел 4. Контекстно-свободные грамматики и языки. Нормальные формы.	2	3	3	1	5,5	Самост. работа, темы 3, 4
5	Раздел 5. Недетерминированные и детерминированные магазинные автоматы-распознаватели	2	3	3		5,5	
6	Раздел 6. Контекстно-свободные языки и проблема грамматического разбора.	2	2	2	2	6,2	Контрольная работа, темы 2,3,4,5
	Всего за 2-й семестр - 72		17	17	4	33,7	Зачёт (2-й семестр)
7	Раздел 7. Описание языка программирования. Определение задачи трансляции	3	2	2			
8	Раздел 8. Лексический анализ	3	3	3	2	8	Самост. работа, тема 8

9	Раздел 9. Синтаксический анализ	3	7	7	2	10	Самост. работа, тема 9
10	Раздел 10. Семантический анализ и генерация промежуточного кода	3	6	6	2	12	Самост. работа, тема 10
	Всего за 3-й семестр 108		18	18	6	30	36 экзамен (3-й семестр)
	ИТОГО 180		35	35	10	63 ,7	36

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Формальные языки и грамматики

- 1.1. Введение. Формальные языки и грамматики.
- 1.2. Основные понятия и определения формальных языков и грамматик.

Раздел 2. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы-распознаватели

- 2.1. Конечные автоматы.
- 2.2. Детерминированные конечные автоматы (распознаватели).
- 2.3. Языки и детерминированные конечные автоматы.
- 2.4. Недетерминированные конечные автоматы (распознаватели).
- 2.5. Эквивалентность детерминированных и недетерминированных конечных автоматов.
- 2.6.*¹⁾ Минимизация конечных автоматов.

Раздел 3. Регулярные грамматики и регулярные языки

- 3.1. Регулярные выражения.
- 3.2. Связь между регулярными выражениями и языками, распознаваемыми конечными автоматами.
- 3.3. Регулярные грамматики.
- 3.4. Связь между регулярными выражениями и регулярными языками.
- 3.5. Свойства регулярных языков. Замкнутость класса регулярных языков.
- 3.6. Алгоритмические проблемы регулярных языков.
- 3.7. Лемма о расширении регулярных языков.

Раздел 4. Контекстно-свободные грамматики и языки. Нормальные формы.

- 4.1. Контекстно-свободные грамматики и языки.
- 4.2. Методы преобразования контекстно-свободных грамматик.
- 4.3. Нормальные формы контекстно-свободных грамматик.
- 4.4. Свойства контекстно-свободных языков. Лемма о расширении. Свойства замкнутости класса контекстно-свободных языков.
- 4.5. Некоторые алгоритмические проблемы для контекстно-свободных языков.

Раздел 5. Недетерминированные и детерминированные магазинные автоматы-распознаватели

- 5.1. Магазинные автоматы.
- 5.2. Недетерминированные магазинные автоматы.
- 5.3. Детерминированные магазинные автоматы.
- 5.4. Магазинные автоматы и контекстно-свободные языки.
- 5.5. Детерминированные языки.

Раздел 6. Контекстно-свободные языки и проблема грамматического разбора

- 6.1. Грамматический разбор.
- 6.2. Неоднозначность КС-грамматик и КС-языков.

Раздел 7. Описание языка программирования. Определение задачи трансляции

- 7.1. Описание языка программирования.
- 7.2. Методы описания синтаксиса языка (формальные грамматики, форма Бэкуса-Наура).
- 7.3. Классификация грамматик. Понятие вывода и дерева вывода.
Эквивалентные преобразования грамматик.
- 7.4. Определение задачи трансляции.

Раздел 8. Методы построения трансляторов. Лексический анализ

- 8.1. Описание модельного языка
- 8.2. Лексический анализ
- 8.3. О недетерминированном разборе
- 8.4. Задачи лексического анализа
- 8.5. Лексический анализатор для М-языка

Раздел 9. Синтаксический и семантический анализ

- 9.1. Метод рекурсивного спуска
- 9.2. О применимости метода рекурсивного спуска
- 9.3. Синтаксический анализатор для М-языка
- 9.4. О семантическом анализе
- 9.5. Семантический анализатор для М-языка
- 9.6. Контроль контекстных условий в операторах

Раздел 12. Генерация внутреннего представления программ

- 12.1. Язык внутреннего представления программы
- 12.2. Синтаксически управляемый перевод
- 12.3. Генератор внутреннего представления программы
- 12.4. Интерпретатор ПОЛИЗа для модельного языка

*) Эта тема факультативная, предлагается для самостоятельного изучения.

5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии.

Вводная лекция – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний.

Консультации – групповые занятия, являющиеся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты в решении задач, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы, обсуждаются результаты решения заданий, выполненных студентами самостоятельно

В основу образовательной технологии по дисциплине «Языки программирования и методы трансляции» положена традиционная форма в виде лекций, а также практических занятий. Лекции могут проводиться с использованием мультимедиа-проектора в виде презентаций. На практических занятиях происходит разбор конкретных алгоритмов на примерах и объяснение приемов написания кода на языке высокого уровня, реализующего эти алгоритмы.

Кроме того, студентам предлагается два индивидуальных задания по дисциплине с жесткими сроками сдачи каждого задания, в конце 2-го семестра проводится итоговая контрольная работа. Студенты, сдавшие все индивидуальные задания досрочно и успешно написавшие контрольную работу, получают бонус в виде автоматического экзамена. Такой подход стимулирует постоянную работу студентов в течение семестра и активизирует усвоение материала. Студенты, не выполнившие все индивидуальные задания, не допускаются к аттестации по дисциплине.

Эта технология позволяет проводить индивидуальное обучение студентов и дает хорошие результаты для приобретения студентами заявленных компетенций.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- для поддержки аудиторных занятий – электронный вариант учебного пособия: Соколов В.А. Введение в теорию формальных языков. / Учебное пособие. Ярославль, ЯрГУ, 2014. 208 с.;
- для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации – программы Microsoft Office, издательская система LaTeX;
- для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

а) основная:

1. Соколов В.А. Введение в теорию формальных языков. / Учебное пособие. Ярославль, ЯрГУ, 2014. 208 с.
2. Быкова Н.Д., Соколов В.А. Задачник по формальным языкам. / Методическое пособие. Ярославль, ЯрГУ, 2016. 48 с.

б) дополнительная:

3. Соколов В.А., Чалый Д.Ю. Технологии трансляции. / Учебное пособие. Ярославль, ЯрГУ, 2008. 124 с.
4. Соколов В.А. Формальные языки и грамматики. Курс лекций/ Учебное пособие. Ярославль, ЯрГУ, 2003. 152 с.
5. Соколов В.А. Языки, автоматы, грамматики. Методические указания./ Изд. 2-е, Ярославль, ЯрГУ, 2003. 28 с.

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uni Yar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru).
4. Электронно-библиотечная система «Юрайт»(<https://urait.ru/>).
5. Электронно-библиотечная система «Лань»(<https://e.lanbook.com/>).

8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Языки программирования и методы трансляции»

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине, включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся.

Аудитории, оборудованные для проведения лекций, практических занятий и консультаций, фонд библиотеки, компьютерная техника.

Автор: зав. кафедрой теоретической информатики,
д.ф.-м.н., профессор _____ В.А. Соколов

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Языки программирования и методы трансляции»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки
знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы
формирования компетенций**

Типовой вариант контрольной работы

Пример 1 контрольной работы (конечные автоматы и регулярные языки)

Регулярная грамматика G имеет продукции:

$$S \rightarrow aS \mid aA \mid aB$$

$$A \rightarrow aA \mid a$$

$$B \rightarrow bB \mid b$$

- 1) Найти недетерминированный конечный автомат (НКА) M , допускающий язык $L(G)$.
- 2) Найти детерминированный конечный автомат (ДКА) $M1$, эквивалентный НКА M .
- 3) Найти регулярное выражение, определяющее язык $L(G)$.
- 4) Найти представление языка $L(G)$ в предикативной (явной) форме множества строк.

Пример 2 контрольной работы (регулярные и контекстно-свободные языки)

1. Показать, что язык $L = \{a^i b^j c^k \mid 0 \leq i = j, k \geq 0\}$ является регулярным языком, и найти ДКА, допускающий этот язык.

2. Грамматика G задана productions:

$$S \rightarrow aSb$$

$$S \rightarrow aAB \mid B$$

$$A \rightarrow aS \mid bAA \mid \varepsilon$$

$$B \rightarrow bS \mid aBB \mid b$$

Построить грамматику G' , эквивалентную данной и не содержащую ε -продукций, цепных продукций и бесполезных продукций, а также определить, является ли язык $L(G)$ непустым, конечным или бесконечным языком.

3. Построить НМА, допускающий язык L , порождаемый грамматикой, продукция которой имеют вид: $S \rightarrow aSb \mid \varepsilon$.

4. Выяснить, является ли язык $L = \{a^i b^j c^k \mid 0 \leq i = j, k \geq 0\}$ КС-языком (ответ обосновать).

**1.1. Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей
аттестации**

Типовые индивидуальные задания

Задание 1.

Постройте недетерминированный конечный автомат для распознавания языка, задаваемого регулярным выражением $((a + b)^* a (a + b)^*)^*$

Задание 2.

Недетерминированный конечный автомат А имеет несколько финальных состояний. Можно ли его преобразовать к эквивалентному автомату, который бы имел одно финальное состояние. Ответ обосновать.

Задание 3.

Пусть Σ - произвольный алфавит. Определить мощность множества Σ^* .

Задание 4.

Показать, что множества, соответствующие двум данным регулярным выражениям $a^i b$ и $b + aa^i b$, совпадают.

Задание 5.

Найти регулярные выражения для языков: $\{01^n | n \geq 2\}$; $\{0^m 1^n | n, m \geq 2\}$.

Задание 6.

Пусть L_1 , L_2 – контекстно-свободные языки.

Доказать, что $L_1 \cup L_2$ – КС-язык; $L_1 L_2$ – КС-язык.

Задания для самостоятельной работы

Самостоятельная работа № 1

Дана следующая грамматика:

Процедура -> Оператор_начала Описания Операторы Оператор_конца
Оператор_начала -> PROCEDURE имя_процедуры ; BEGIN
Оператор_конца -> END
Имя_процедуры -> Идентификатор
Описания -> VAR Список_описаний
Список_описаний -> Описание | Описание Список_описаний
Описание -> Список_переменных : Тип ;
Список_переменных -> Идентификатор | Идентификатор , Список_переменных
Тип -> REAL | INTEGER
Операторы -> Оператор | Оператор Операторы
Оператор -> Идентификатор := Выражение ;
Выражение -> Терм | Терм + Выражение | Терм - Выражение
Терм -> Простейшее | Простейшее * Терм | Простейшее / Терм
Простейшее -> Идентификатор | Константа | (Выражение)
Идентификатор -> буква Буквы_цифры
Буквы_цифры -> Буква_цифра Буквы_цифры
Буква_цифра -> буква | цифра
Константа -> Вещественное | Целое
Вещественное -> Целое.Целое | .Целое | Целое.
| 0.Целое e [+|-] Целое
Целое -> цифра | цифра Целое

Примечания :

- идентификаторы должны различаться по 6-ти первым символам,

- все используемые в программе переменные должны быть описаны;
- тип переменной в левой части оператора присваивания должен совпадать с типом выражения в правой части;
- неявные преобразования типов не осуществляются.

Задача: Определить фрагмент этой грамматики, описывающий лексические конструкции, и написать программу на языке C, которая распознает во входном файле эти конструкции.

Самостоятельная работа № 2

Задача: Пусть дана грамматика из предыдущего задания. Усовершенствовать реализованную в качестве предыдущего индивидуального задания программу таким образом, чтобы она проверяла синтаксическую корректность входного файла.

Задание письменного экзамена содержит несколько задач на моделирование работы алгоритмов, рассматривавшихся в рамках курса, уровень и формулировка задач повторяют задания из контрольной работы. Кроме того, перед условием каждой задачи может быть вопрос по теоретическому материалу, читаемому в рамках курса. Этот материал должен быть подробно и полно освещен.

Список заданий к зачету (задачи 1-30)

1. Дана грамматика. Построить вывод заданной строки.

$$\begin{array}{ll} S \rightarrow T \mid T+S \mid T-S & \text{b) } S \rightarrow aSBC \mid abC \\ T \rightarrow F \mid F*T & CB \rightarrow BC \\ F \rightarrow a \mid b & bB \rightarrow bb \\ \text{Строка } a-b*a+b & bC \rightarrow bc \\ & cC \rightarrow cc \\ & \text{Строка } aaabbbccccc \end{array}$$

2. Построить все сентенциальные формы для грамматики с правилами:

$$\begin{array}{l} S \rightarrow A+B \mid B+A \\ A \rightarrow a \\ B \rightarrow b \end{array}$$

3. Какой язык порождается грамматикой с правилами:

$$\begin{array}{ll} \text{a) } S \rightarrow ACA & \text{b) } S \rightarrow aBb \mid \varepsilon \\ C \rightarrow + \mid - & B \rightarrow cSc \\ A \rightarrow a \mid b & \\ \text{c) } S \rightarrow 1B & \text{d) } S \rightarrow A \mid SA \mid SB \\ B \rightarrow B0 \mid 1 & A \rightarrow a \\ & B \rightarrow b \end{array}$$

4. Построить грамматику, порождающую язык :

$$\begin{array}{ll} \text{a) } L = \{a^n b^m \mid n, m \geq 1\} \\ \text{b) } L = \{\alpha c \beta c \gamma c \mid \alpha, \beta, \gamma - \text{любые строки из } a \text{ и } b\} \\ \text{c) } L = \{a_1 a_2 \dots a_n a_n \dots a_2 a_1 \mid a_i = 0 \text{ или } a_i = 1, n \geq 1\} \\ \text{d) } L = \{a^n b^m \mid n \neq m; n, m \geq 0\} \end{array}$$

5. Найти порождающие грамматики для языков:

1) $L = \{\text{строки из } 0 \text{ и } 1 \text{ с неравным числом } 0 \text{ и } 1\}$

2) $L = \{\alpha\alpha \mid \alpha \in \{a,b\}^+\}$

6. Эквивалентны ли грамматики:

$S \rightarrow AB$	и	$S \rightarrow AS \mid SB \mid AB$
$A \rightarrow a \mid Aa$		$A \rightarrow a$
$B \rightarrow b \mid Bb$		$B \rightarrow b$

7. Построить КС-грамматику, эквивалентную грамматике с правилами:

a) $S \rightarrow aAb$	b) $S \rightarrow AB \mid ABS$
$aA \rightarrow aaAb$	$AB \rightarrow BA$
$A \rightarrow \varepsilon$	$BA \rightarrow AB$
	$A \rightarrow a$
	$B \rightarrow b$

8. Построить регулярную грамматику, эквивалентную грамматике с правилами:

$S \rightarrow A \mid AS$
 $A \rightarrow a \mid bb$

9. Построить регулярную грамматику, эквивалентную грамматике с правилами:

$S \rightarrow A.A$
 $A \rightarrow B \mid BA$
 $B \rightarrow 0 \mid 1$

10. Дана грамматика:

$S \rightarrow S0 \mid S1 \mid D0 \mid D1$
 $H \rightarrow 0 \mid 1 \mid H0 \mid H1$
 $D \rightarrow H.$

Построить восходящим и нисходящим методами дерево вывода для строки 10.1001

11. Построить регулярную грамматику, порождающую строки в алфавите $\{a, b\}$, в которых символ a встречается два раза подряд.

12. Построить регулярную грамматику, порождающую строки в алфавите $\{a, b\}$, в которых символ a не встречается два раза подряд.

13. Написать КС-грамматику для языка L , построить дерево вывода и левосторонний вывод для строки $aabbbccsc$: $L = \{a^{2n}b^m c^{2k} \mid m=n+k, m > 1\}$.

14. Построить грамматику, порождающую сбалансированные относительно круглых скобок строки в алфавите $\{a, (,), \perp\}$. Сбалансированную строку α определим рекурсивно так: строка α сбалансирована, если

- a) α не содержит скобок,
- b) $\alpha = (\alpha_1)$ или $\alpha = \alpha_1\alpha_2$, где α_1 и α_2 сбалансированы.

15. Написать КС-грамматику, порождающую язык $L = \{a^n cb^m ca^n \mid n, m > 0\}$, и вывод для строки $aacbbbsaa$ в этой грамматике.

16. Написать КС-грамматику, порождающую язык $L = \{1^n 0^m 1^p \mid n+p > m; n, p, m > 0\}$, и вывод для строки 110000111 в этой грамматике.

17. Дана грамматика G . Определить язык, порождаемый этой грамматикой.

$G: S \rightarrow 0A1$
 $0A \rightarrow 00A1$
 $A \rightarrow \varepsilon$

18. Дан язык $L = \{1^{3n+2}0^n \mid n \geq 0\}$. Определить его тип, написать грамматику, порождающую L . Построить левосторонний и правосторонний выводы, дерево разбора для строки 1111111100 .

19. Привести пример грамматики, все правила которой имеют вид $A \rightarrow Bt$, либо $A \rightarrow tB$, либо $A \rightarrow t$, для которой не существует эквивалентной регулярной грамматики.

20. Написать общие алгоритмы построения по данным КС-грамматикам G_1 и G_2 , порождающим языки L_1 и L_2 , КС-грамматики для

- a) $L_1 \cup L_2$
- b) $L_1 \cdot L_2$
- c) L_1^*

Замечание: $L = L_1 \cdot L_2$ – это сцепление языков L_1 и L_2 , т.е. $L = \{\alpha\beta \mid \alpha \in L_1, \beta \in L_2\}$;
 $L = L_1^*$ – это замыкание Клини языка L_1 , то есть
 $L_1^* = \{\varepsilon\} \cup L_1 \cup L_1 \cdot L_1 \cup L_1 \cdot L_1 \cdot L_1 \cup \dots$

21. Показать, что грамматика

$E \rightarrow E+E \mid E \cdot E \mid (E) \mid a$

неоднозначна. Как описать этот же язык с помощью однозначной грамматики?

22. Показать, что КС-грамматика G неоднозначна.

$G: S \rightarrow abC \mid aB$
 $B \rightarrow bc$
 $C \rightarrow bc$

23. Дана КС-грамматика $G = \{N, T, S, P\}$. Предложить алгоритм построения множества

$X = \{A \mid A \in N, A \Rightarrow^* \varepsilon\}$.

24. Для произвольной КС-грамматики G предложить алгоритм, определяющий, пуст ли язык $L(G)$.

25. Написать приведенную грамматику, эквивалентную данной:

$S \rightarrow aABS \mid bCACd$
 $A \rightarrow bAB \mid cSA \mid cCC$

$$\begin{aligned} B &\rightarrow bAB \mid cSB \\ C &\rightarrow cS \mid c \\ D &\rightarrow eA \\ E &\rightarrow fA \mid g \end{aligned}$$

26. КС-язык называется распознаваемым, если существует алгоритм, который за конечное число шагов позволяет получить ответ о принадлежности любой строки языку. Если число шагов зависит от длины строки и может быть оценено до выполнения алгоритма, язык называется легко распознаваемым. Доказать, что КС-язык, порождаемый неукорачивающей грамматикой, легко распознаваем.

27. Доказать, что любой конечный язык, в который не входит пустая строка, является регулярным языком.

28. Доказать, что нециклическая КС-грамматика порождает конечный язык.

Нетерминальный символ $A \in N$ – *циклический*, если в грамматике существует вывод

$$A \Rightarrow^* \xi_1 A \xi_2.$$

КС-грамматика называется *циклической*, если в ней имеется хотя бы один циклический символ.

29. Показать, что условие цикличности грамматики (см. задачу 30) не является достаточным условием бесконечности порождаемого ею языка.

30. Доказать, что язык, порождаемый циклической приведенной КС-грамматикой, содержащей хотя бы один эффективный циклический символ, бесконечен.

Циклический символ называется *эффективным*, если

$$A \Rightarrow^* \alpha A \beta,$$

где $|\alpha A \beta| > 1$; иначе циклический символ называется *фиктивным*.

Список заданий к экзамену (задачи 31-63)

31. Дана регулярная грамматика с правилами:

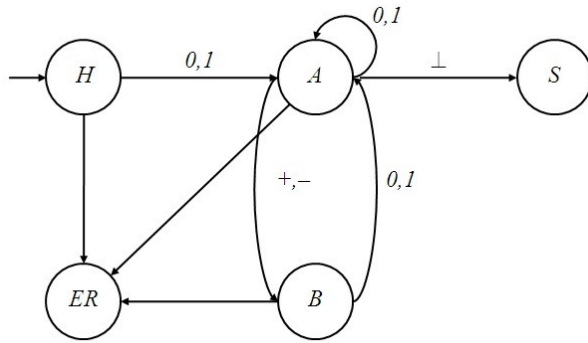
$$S \rightarrow S0 \mid S1 \mid P0 \mid P1$$

$$P \rightarrow N.$$

$$N \rightarrow 0 \mid 1 \mid N0 \mid N1.$$

Построить по ней диаграмму состояний ДС и использовать ДС для разбора строк: 11.010, 0.1, 01., 100. Какой язык порождает эта грамматика ?

32. Дана ДС:



Осуществить разбор строк 1011, 10+011 и 0–101+1.

33. Восстановить регулярную грамматику, по которой была построена данная выше диаграмма состояний (задача 32).

Какой язык порождает полученная грамматика?

34. Построить регулярную грамматику, порождающую язык

$$L = \{(abb)^k \perp \mid k \geq 1\},$$

по ней построить ДС.

35. Построить ДС, по которой в заданном тексте, оканчивающемся на \perp , выявляются все парные комбинации $\langle \rangle$, \leq , \geq и подсчитывается их общее количество.

36. Дана регулярная грамматика:

$$S \rightarrow A \perp$$

$$A \rightarrow Ab \mid Bb \mid b$$

$$B \rightarrow Aa$$

Определить язык, который она порождает; построить анализатор в виде ДС.

37. Написать на Си анализатор, выделяющий из текста вещественные числа без знака (они определены, как в Паскале) и преобразующий их из символьного представления в числовое.

38. Даны две грамматики G_1 и G_2 :

$$G_1: S \rightarrow 0C \mid 1B \mid \varepsilon$$

$$B \rightarrow 0B \mid 1C \mid \varepsilon$$

$$C \rightarrow 0C \mid 1C$$

$$D \rightarrow 0D \mid 1D$$

$$G_2: S \rightarrow 0D \mid 1B$$

$$B \rightarrow 0C \mid 1C$$

$$C \rightarrow 0D \mid 1D \mid \varepsilon$$

и порождаемые ими языки: $L_1 = L(G_1)$, $L_2 = L(G_2)$.

Построить регулярную грамматику для:

a) $L_1 \cup L_2$,

b) $L_1 \cap L_2$.

39. Написать левوليнейную регулярную грамматику, эквивалентную данной праволинейной, допускающую детерминированный разбор.

a) $S \rightarrow 0S \mid 0B$

$$B \rightarrow 1B \mid 1C$$

$$C \rightarrow 1C \mid \perp$$

b) $S \rightarrow aA \mid aB \mid bA$

$$A \rightarrow bS$$

$$B \rightarrow aS \mid bB \mid \perp$$

- c) $S \rightarrow aB$
 $B \rightarrow aC \mid aD \mid dB$
 $C \rightarrow aB$
 $D \rightarrow \perp$
- d) $S \rightarrow 0B$
 $B \rightarrow 1C \mid 1S$
 $C \rightarrow \perp$

40. Для данной грамматики

- a) определить ее тип;
b) найти язык, который она порождает;
c) написать регулярную грамматику, почти эквивалентную данной.

$S \rightarrow 0S \mid S0 \mid D$
 $D \rightarrow DD \mid 1A \mid \varepsilon$
 $A \rightarrow 0B \mid \varepsilon$
 $B \rightarrow 0A \mid 0$

41. Написать анализатор в виде ДС для следующей грамматики:

- a) $S \rightarrow C\perp$
 $B \rightarrow B1 \mid 0 \mid D0$
 $C \rightarrow B1 \mid C1$
 $D \rightarrow D0 \mid 0$
- b) $S \rightarrow C\perp$
 $C \rightarrow B1$
 $B \rightarrow 0 \mid D0$
 $D \rightarrow B1$

- c) $S \rightarrow A0$
 $A \rightarrow A0 \mid S1 \mid 0$

42. Написать регулярную грамматику, порождающую язык:

- a) $L = \{\omega\perp \mid \omega \in \{0,1\}^*, \text{ где за } 1 \text{ непосредственно следует } 0\}$;
b) $L = \{1\omega 1\perp \mid \omega \in \{0,1\}^+, \text{ где между вхождениями } 1 \text{ нечетное количество } 0\}$; по ней построить ДС.

43. Написать на Си анализатор, действующий методом рекурсивного спуска, для грамматики:

- a) $S \rightarrow E\perp$
 $E \rightarrow () \mid (E \{, E\}) \mid A$
 $A \rightarrow a \mid b$
- b) $S \rightarrow P := E \mid \text{if } E \text{ then } S \mid \text{if } E \text{ then } S \text{ else } S$
 $P \rightarrow I \mid I(e)$
 $E \rightarrow T \{+T\}$
 $T \rightarrow F \{*F\}$
 $F \rightarrow P \mid (E)$
 $I \rightarrow a \mid b$
- c) $S \rightarrow \text{type } I = T \{; I = T\} \perp$
 $T \rightarrow \text{int} \mid \text{record } I: T \{; I: T\} \text{ end}$
 $I \rightarrow a \mid b \mid c$
- d) $S \rightarrow P = E \mid \text{while } E \text{ do } S$
 $P \rightarrow I \mid I(E \{, E\})$
 $E \rightarrow E + T \mid T$

$$T \rightarrow T * F \mid F$$

$$F \rightarrow P \mid (E)$$

44. Восстановить КС-грамматику по функциям, реализующим синтаксический анализ методом рекурсивного спуска.

```
#include <stdio.h>
int c;
FILE *fp;
void A();
void ERROR();
void S (void)
{
    if (c == 'a')
    {
        c = fgetc(fp);
        S();
        if (c == 'b')
            c = fgetc(fp);
        else
            ERROR();
    }
    else A();
}
void A (void)
{
    if (c == 'b')
        c = fgetc(fp);
    else ERROR();
    while (c == 'b')
        c = fgetc(fp);
}
void main()
{
    fp = fopen("data", "r");
    c = fgetc(fp);
    S();
    printf("O.K.!");
}
```

Какой язык она порождает?

45. Какой язык порождает заданная грамматика? Провести анализ строки (a,(b,a),(a,(b)),b)⊥.

$$S \rightarrow \langle k = 0 \rangle E \perp$$

$$E \rightarrow A \mid (\langle k = k + 1; \text{if } (k == 3) \text{ ERROR();} \rangle E \{, E\} \langle k = k - 1 \rangle$$

$$A \rightarrow a \mid b$$

46. Дана грамматика, описывающая строки в алфавите $\{0, 1, 2, \perp\}$:

$$S \rightarrow A \perp$$

$$A \rightarrow 0A \mid 1A \mid 2A \mid \varepsilon$$

Дополнить эту грамматику действиями, исключающими из языка все строки, содержащие подстроки 002.

47. Дана грамматика, описывающая строки в алфавите $\{a, b, c, \perp\}$:

$$S \rightarrow A\perp$$

$$A \rightarrow aA \mid bA \mid cA \mid \varepsilon$$

Дополнить эту грамматику действиями, исключающими из языка все строки, в которых не выполняется хотя бы одно из условий:

- 1) в строку должно входить не менее трех букв c ;
- 2) если встречаются подряд две буквы a , то за ними обязательно должна идти буква b .

48. Дана грамматика, описывающая строки в алфавите $\{0, 1\}$:

$$S \rightarrow 0S \mid 1S \mid \varepsilon$$

Дополнить эту грамматику действиями, исключающими из языка любые строки, содержащие подстроку 101.

49. Написать КС-грамматику с действиями для порождения языка $L = \{a^m b^n c^k \mid m+k = n \text{ либо } m-k = n\}$.

50. Написать КС-грамматику с действиями для порождения языка

$$L = \{1^n 0^m 1^p \mid n+p > m, m \geq 0\}.$$

51. Дана грамматика с семантическими действиями:

$$\begin{aligned} S &\rightarrow \langle A = 0; B = 0 \rangle L \{L\} \langle \text{if } (A > 5) \text{ ERROR()} > \perp \\ L &\rightarrow a \langle A = A+1 \rangle \mid b \langle B = B+1; \text{if } (B > 2) \text{ ERROR()} > \\ &\quad \mid c \langle \text{if } (B = 1) \text{ ERROR()} > \end{aligned}$$

Какой язык описывает эта грамматика ?

52. Дана грамматика:

$$S \rightarrow E\perp$$

$$E \rightarrow () \mid (E \{, E\}) \mid A$$

$$A \rightarrow a \mid b$$

Вставить в заданную грамматику действия, контролирующие соблюдение следующих условий:

- 1) уровень вложенности скобок не больше четырех;
- 2) на каждом уровне вложенности происходит чередование скобочных и бесскобочных элементов.

53. Пусть в языке L есть переменные и константы целого, вещественного и логического типов, а также есть оператор цикла

$$S \rightarrow \text{for } I = E \text{ step } E \text{ to } E \text{ do } S$$

Включить в это правило вывода действия, проверяющие выполнение следующих ограничений:

- 1) тип I и всех вхождений E должен быть одинаковым;
- 2) переменная логического типа недопустима в качестве параметра цикла.

Для каждой используемой процедуры привести ее текст на Си.

54. Представить в ПОЛИЗе следующие выражения:

- a) $a+b-c$
- b) $a*b+c/a$
- c) $a/(b+c)*a$
- d) $(a+b)/(c+a*b)$
- e) a and b or c
- f) not a or b and a
- g) $x+y=x/y$
- h) $(x*x+y*y < 1)$ and $(x > 0)$

55. Для следующих выражений в ПОЛИЗе дать обычную инфиксную запись:

- a) $ab*c$
- b) $abc*/$
- c) $ab+c*$
- d) $ab+bc-/a+$
- e) a not b and not
- f) $abca$ and or and
- g) $2x+2x*<$

56. Используя стек, вычислить следующие выражения в ПОЛИЗе:

- a) $xy*xy/+$ при $x = 8, y = 2$;
- b) a^2+b/b^4*+ при $a = 4, b = 3$;
- c) ab not and a or not при $a = b = \text{true}$;
- d) $xy*0 > y^2x- < \text{and}$ при $x = y = 1$.

57. Записать в ПОЛИЗе следующие операторы языка Си и, используя стек, выполнить их при указанных начальных значениях переменных:

- a) `if (x != y) x = x+1 ;` при $x = 3$;
- b) `if (x > y) x = y ; else y = x ;` при $x = 5, y = 7$;
- c) `while (b > a) {b = b-a;}` ; при $a = 3, b = 7$;
- d) `do {x = y; y = 2;} while (y > 9);` при $y = 2$;
- e) `S = 0; for (i = 1; i <= k; i = i + 1) {S = S + i*i;}` при $k = 3$;
- f) `switch (k)`
`{`
`case 1: a = not a; break;`
`case 2: b = a or not b ;`
`case 3: a = b ;`
`}`
при $k = 2, a = b = \text{false}$.

58. Используя стек, выполнить следующие действия, записанные в ПОЛИЗе, при $x = 9, y = 15$ (считаем, что элементы ПОЛИЗа перенумерованы с 1).

$\underline{z}, x, y, *, :=, x, y, <, 30, !F, x, y, <, 23, !F, \underline{y}, y, x, -, :=, 6, !, \underline{x}, x, y, -, :=, 6, !, \underline{z}, z, x, /, :=$
Описать заданные действия на Си, не используя оператор goto.

59. Записать в ПОЛИЗе следующие операторы Паскаля:

- a) `for I := E1 to E2 do S`
- b) `case E of`
`c1: S1;`
`c2: S2;`
`....`
`cn: Sn`

end;
 c) repeat S1; S2; ... ;Sn until B;

60. Записать в ПОЛИЗе следующие фрагменты программ на Паскале:

a) case k of
 1: begin a:=not(a or b and c); b:=a and c or b end;
 2: begin a:=a and (b or not c); b:= not a end;
 3: begin a:=b or c or not a; b:=b and c or a end
 end

b) S:=0; for i:=1 to N do
 begin d:=i*2; a:=a+d*((i-1)*N+5)
 S:=-a*d+S
 end

c) c:=a*b; while a<>b do
 if a<b then b:=b-a else a:=a-b;
 c:=c/a

61. Написать грамматику для выражений, содержащих переменные, знаки операций +, -, *, /, ** и скобки (,) с обычным приоритетом операций и скобок. Включить в эту грамматику действия по переводу этих выражений в префиксную запись (операции предшествуют операндам). Предложить интерпретатор префиксной записи выражений.

62. Построить регулярную грамматику для языка L_1 , вставить в нее действия по переводу L_1 в L_2 .

$$L_1 = \{1^m 0^n \mid n, m > 0\}$$

$$L_2 = \{1^{m-n} \mid \text{если } m > n; 0 \mid \text{если } m < n; \varepsilon \mid \text{если } m=n\}.$$

(Эта задача аналогична задаче выдачи сообщений об ошибке в балансе скобок.)

63. В регулярную грамматику для языка L_1 вставить действия по переводу строк языка L_1 в соответствующие строки языка L_2 :

$$L_1 = \{1^n 0^m \mid m, n > 0\};$$

$$L_2 = \{1^m 0^{n+m} \mid m, n > 0\}.$$

Список вопросов к экзамену

Экзамен заключается в решении четырех задач по темам, раскрываемым в рамках изучаемой дисциплины. Задания аналогичны тем, которые даются в качестве индивидуальных заданий (задачи 1-63).

2-й семестр

- 1.1. Введение. Формальные языки и грамматики.
- 1.2. Основные понятия и определения формальных языков и грамматик.
- 2.1. Конечные автоматы.
- 2.2. Детерминированные конечные автоматы (распознаватели).
- 2.3. Языки и детерминированные конечные автоматы.
- 2.4. Недетерминированные конечные автоматы (распознаватели).
- 2.5. Эквивалентность детерминированных и недетерминированных конечных автоматов.
- 2.6. Минимизация конечных автоматов.
- 3.1. Регулярные выражения.
- 3.2. Связь между регулярными выражениями и языками, распознаваемыми конечными автоматами.
- 3.3. Регулярные грамматики.
- 3.4. Связь между регулярными выражениями и регулярными языками.
- 3.5. Свойства регулярных языков. Замкнутость класса регулярных языков.
- 3.6. Алгоритмические проблемы регулярных языков.
- 3.7. Лемма о расширении регулярных языков.
- 4.1. Контекстно-свободные грамматики и языки.
- 4.2. Грамматический разбор. Неоднозначность КС-грамматик и КС-языков.
- 4.3. Методы преобразования контекстно-свободных грамматик.
- 4.4. Нормальные формы контекстно-свободных грамматик.
- 4.5. Свойства контекстно-свободных языков. Лемма о расширении. Свойства замкнутости класса контекстно-свободных языков.
- 4.6. Некоторые алгоритмические проблемы для контекстно-свободных языков.
- 5.1. Магазинные автоматы.
- 5.2. Недетерминированные магазинные автоматы.
- 5.3. Детерминированные магазинные автоматы.
- 5.4. Магазинные автоматы и контекстно-свободные языки.
- 5.5. Детерминированные языки.

3-й семестр

- 6.1. Грамматический разбор.
- 6.2. Неоднозначность КС-грамматик и КС-языков.
- 7.1. Описание языка программирования.
- 7.2. Методы описания синтаксиса языка (формальные грамматики, форма Бэкуса-Наура).
- 7.3. Классификация грамматик. Понятие вывода и дерева вывода. Эквивалентные преобразования грамматик.
- 7.4. Определение задачи трансляции.
- 8.1. Задачи, решаемые на этапе лексического анализа.

- 8.2. Описание лексических конструкций языка программирования при помощи регулярных грамматик и регулярных выражений.
- 8.3. Использование конечных автоматов для построения лексического анализатора.
- 8.4. Формирование таблиц имен.
- 9.1. Автоматы с магазинной памятью. Алгоритмы синтаксического анализа с использованием магазинных автоматов.
- 9.2. Метод рекурсивного спуска.
- 10.1. Формальное определение перевода.
- 10.2. Схемы синтаксически управляемого перевода.

Макет экзаменационного билета

Утверждаю:

зав. кафедрой

д.ф.-м.н, профессор

В.А. Соколов

«__» _____ 20__ г.

МОУ РФ «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова»

Прикладная математика и информатика

Кафедра теоретической информатики

Дисциплина «Языки программирования и методы трансляции»

Билет № 1

- 1) Построить регулярную грамматику, порождающую строки в алфавите $\{a, b\}$, в которых символ a не встречается два раза подряд.
- 2) Дана регулярная грамматика:
 $S \rightarrow A \perp$
 $A \rightarrow Ab \mid Bb \mid b$
 $B \rightarrow Aa$
 Определить язык, который она порождает, и построить диаграмму состояний.
 - 1) Записать в ПОЛИЗе следующий оператор языка Паскаль:
 for I := E1 to E2 do S
 - 2) Описать схему метода рекурсивного спуска.

Разработал:

профессор кафедры теоретической информатики

д.ф.-м.н _____ В.А. Соколов.

Рассмотрены и одобрены на заседании кафедры

«__» _____ 20__ г.

Протокол № _____

2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

2.1. Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

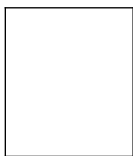
Пороговый уровень - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

Продвинутый уровень - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

Высокий уровень - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

ОК-1	Экзамен	1, 4, 7	Знать: - о конечных и магазинных автоматах-распознавателях об их связи с формальными языками и грамматиками	1. Знание общих фактов о конечных и магазинных автоматах-распознавателях и об их связи с формальными языками и грамматиками	1. Знание фактов о конечных и магазинных автоматах-распознавателях и об их связи с формальными языками и грамматиками и умение иллюстрировать свои знания примерами	1. Знание фактов о конечных и магазинных автоматах-распознавателях и об их связи с формальными языками и грамматиками, и умение иллюстрировать свои знания примерами и строго доказывать соответствующие теоремы
	Самостоятельная работа №1, Задания для самостоятельной работы по темам № 1, 2	1, 2	Уметь: – применять различные методы для анализа и преобразований формальных грамматик	1 1. Выполнение стандартных преобразований формальных грамматик	1 1. Выполнение преобразований формальных грамматик с одновременным анализом их свойств	1. Выполнение преобразований формальных грамматик с анализом их свойств и построением соответствующих конечных автоматов (для регулярных языков)
	Контрольная работа		Владеть навыками 2 – описывать формальные языки с помощью грамматик различных типов, автоматов-распознавателей и регулярных выражений (для регулярных языков);	2. Нахождение по регулярному выражению соответствующего языка и конечного автомата.	2. Нахождение результата алгебраических операций над регулярными выражениями и соответствующих ему регулярного множества и конечного автомата.	2. Нахождение регулярного выражения по предикативному заданию языка, а также соответствующего конечного автомата и преобразование его из недетерминированного вида в детерминированный.
	Общепрофессиональные компетенции					

ОПК -1	Контрольная работа, Самостоятельная работа №2, Задания для домашней работы по темам № 3, 5, 6, 7, Экзамен	1 – 9	<p>Знать: – основные понятия, теоремы и связи между отдельными фактами теории формальных языков.</p> <p>Уметь: – воспроизводить ключевые приёмы работы с формальными грамматиками разных типов; – определять корректность использования тех или иных методов преобразования грамматик и синтаксического анализа.</p> <p>Владеть навыками: – лексического, синтаксического и семантического анализа; – практического применения методов теории формальных языков и грамматик для построения компиляторов для языков</p>	<p>1. Воспроизведение основных теорем и фактов теории формальных языков.</p> <p>2. Воспроизведение приёмов работы с формальными грамматиками разных типов.</p> <p>3. Определение корректности использования тех или иных методов преобразования грамматик и синтаксического анализа.</p> <p>4. Владение методами лексического, синтаксического и семантического анализа, применение их на примерах.</p>	<p>1. Воспроизведение основных теорем и фактов теории формальных языков с иллюстрацией их на примерах.</p> <p>2. Воспроизведение приёмов работы с формальными грамматиками разных типов с иллюстрацией на примерах.</p> <p>3. Определение корректности использования тех или иных методов преобразования грамматик и синтаксического анализа с иллюстрацией на примерах.</p> <p>4. Владение методами лексического, синтаксического и семантического анализа, применение их на модельном языке .</p>	<p>1. Воспроизведение основных теорем и фактов теории формальных языков, строгое их доказательство с иллюстрацией на примерах.</p> <p>2. Воспроизведение приёмов работы с формальными грамматиками разных типов, демонстрация работы алгоритмов преобразований грамматик с иллюстрацией на примерах.</p> <p>3. Определение корректности использования тех или иных методов преобразования грамматик и синтаксического анализа и их строгое доказательство.</p> <p>4. Владение методами лексического, синтаксического и семантического анализа, применение их на подмножестве конкретного языка программирования.</p>
-----------	---	-------	---	---	---	--



программирования.

3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций

Пороговый уровень (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

Продвинутый уровень (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объёме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Высокий уровень (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;

- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине «Языки программирования и методы трансляции» осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Текущий контроль проводится в виде самостоятельных и контрольных работ. Критериями оценивания степени овладения умениями и навыками, полученными в результате освоения данной дисциплины, являются следующие:

Критерии оценки результатов СРС:

- уровень освоения студентом учебного материала.
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических, ситуационных задач.
- сформированность общеучебных умений,
- обоснованность и четкость изложения ответа,
- оформление материала в соответствии с требованиями,
- уровень самостоятельности студента при выполнении СР,

Критерии оценки результатов внеаудиторной СРС :

- уровень освоения учебного материала;
- уровень умения использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- уровень сформированности общеучебных умений;
- уровень умения активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения материала;
- уровень умения ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- уровень умения четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- уровень умения определить, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- уровень умения сформулировать собственную позицию, оценку и аргументировать ее;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

Критерии оценки результатов контрольной работы

Показатели	Критерии
Понимание условия задачи	-Краткая запись условия. -Использование символики. -Нахождение и запись необходимых дополнительных данных. -Хорошее оформление работы, четкие рисунки и чертежи.
План решения задачи	-Обоснование выбора формул для решения. -Рациональный способ решения -Запись формул
Осуществление решения	-Решение задачи в общем виде - Правильность вычислений
Проверка правильности решения задачи	-Краткое объяснение решения. -Анализ полученных результатов

3.2 Описание процедуры выставления оценки

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «зачет» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Шкала оценивания успеваемости текущего контроля и промежуточной аттестации.

В зависимости от уровня сформированности компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено» или оценка по четырехбалльной шкале.

Шкала оценивания результатов СРС

Оценка «отлично»:

- Все задания решены верно,
- Оформлены по требованиям.
- Решение изложено достаточно полно и чётко.
- Даны правильные формулировки, точные определения, понятия терминов.
- Студент может обосновать свой ответ, привести необходимые примеры;
- Правильно отвечает на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «хорошо»:

- Все задания решены верно,
- Оформлены по требованиям,
- Но, решение изложено недостаточно полно и чётко (не менее 70 % от полного)
- При изложении были допущены 1-2 несущественные ошибки;
- Даны правильные формулировки, точные определения, понятия терминов;
- Студент может обосновать свой ответ, привести необходимые примеры;
- Однако, есть затруднения при ответах на вопросы преподавателя.

Оценка «удовлетворительно»:

- Более половины заданий решены верно,
- Все задания оформлены по требованиям,
- Решение изложено недостаточно полно и чётко (не менее 70 % от полного), при изложении некоторых заданий допущена 1 существенная ошибка, приводящая к неверному ответу.
- Студент знает и понимает основные положения данной темы, но допускает неточности в формулировки понятий;
- излагает выполнение задания недостаточно логично и последовательно;
- затрудняется при ответах на вопросы преподавателя.

Оценка «неудовлетворительно»:

- Более половины заданий решены неверно,
- Решение изложено неполно и нечётко (менее 50 % от полного), при изложении многих задач были допущены существенные ошибки, приводящая к неверному ответу.
- Студент не знает или не понимает основные положения данной темы, затрудняется при ответах на вопросы преподавателя.

Среднее арифметическое по всем видам текущего контроля СРС составляет оценочный показатель студента, который влияет на выставление итоговой оценки по результатам изучения дисциплины и допуск к итоговой аттестации по дисциплине

Шкала оценивания результатов контрольной работы

Шкала оценивания решения задачи:

0 баллов – полное отсутствие решения; 0,5 балла – частичное выполнение критерия; 0,8 балла – полное выполнение критерия с незначительными ошибками, 1 балл – полное выполнение критерия.

Суммируем баллы по всей контрольной работе. Выставляем за контрольную полученное количество баллов или переводим баллы в одну из стандартных шкал оценивания (оценки 2, 3, 4, 5 или зачтена работа или нет).

Шкала оценивания зачёта

"Зачтено" заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Как правило, оценка " Зачтено " выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

"Не зачтено" выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка " Не зачтено " ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Шкала оценивания экзамена

«2» - плохо:

Теоретический вопрос: студент не раскрыл теоретический вопрос, на заданные экзаменаторами вопросы не смог дать удовлетворительный ответ.

Практический вопрос: студент не понял смысла задачи, не смог выполнить задания. На заданные экзаменатором вопросы ответил неудовлетворительно, не продемонстрировал сформированность требующихся для выполнения заданий знаний и умений.

«3» - удовлетворительно:

Теоретический вопрос: студент смог с помощью дополнительных вопросов воспроизвести основные положения темы, но не сумел привести соответствующие примеры или аргументы, подтверждающие те или иные положения.

Практический вопрос: студент понял смысл задачи, но смог выполнить задание лишь после дополнительных вопросов, предложенных экзаменатором. При этом на поставленные экзаменатором вопросы не вполне ответил правильно и полно, но подтвердил ответами понимание вопросов и продемонстрировал отдельные требующиеся для выполнения заданий знания и умения.

«4» - хорошо:

Теоретический вопрос: студент (не допуская ошибок) правильно изложил теоретический вопрос, но недостаточно полно или допустил незначительные неточности, не искажающие суть понятий, теоретических положений, правовых и моральных норм. Примеры, приведенные учеником, воспроизводили материал учебников. На заданные экзаменатором уточняющие вопросы ответил правильно.

Практический вопрос: студент понял смысл задачи, предложенные задания выполнил правильно, но недостаточно полно. На заданные экзаменатором вопросы ответил правильно. Проявил необходимый уровень всех требующихся для выполнения заданий знаний и умений.

«5» - отлично:

Теоретический вопрос: студент полно и правильно изложил теоретический вопрос, привел собственные примеры, правильно раскрывающие те или иные положения, сделал обоснованный вывод;

Практический вопрос: студент полно и правильно выполнил предложенные задания, проявил высокий уровень всех требующихся для выполнения заданий знаний и умений.

3.3 Общие рекомендации по изучению материала курса и подбору заданий

Курс "Языки программирования и методы трансляции" является одной из важнейших дисциплин для специальности прикладная математика и информатика и относится к числу общих математических и естественно-научных дисциплин в силу характера изучаемого материала и его важности для формирования специалиста.

Специфика начального этапа изучения теории формальных языков требует актуализации знаний дискретной математики и комбинаторики на первых практических занятиях. Вместе с тем данный процесс может сопровождаться введением основных понятий: формальный язык, формальная грамматика, конечный автомат, эквивалентные преобразования автоматов и грамматик. На лекциях по теории формальных языков целесообразно продемонстрировать классические примеры, проиллюстрировать основные понятия и решить несколько задач.

Целесообразно подготовить для каждого занятия билеты с задачами (достаточно иметь 2-3 разных варианта). Для первого занятия можно выбрать простые задачи для иллюстрации действий с языками. Для второго – взять задачи, где используются связи грамматик с автоматами. При изучении регулярных языков следует рассмотреть процедуру нахождения детерминированного автомата, распознающего данный язык.

Особое внимание следует уделить вопросам, связанным с понятием синтаксического анализа. В этой связи необходимо изложить способы преобразования контекстно-свободных грамматик и приведения их к нормальным формам (Хомского и Грейбах), а также продемонстрировать связь контекстно-свободных языков с магазинными автоматами.

В третьем семестре изложение сконцентрировано на построении транслятора для модельного языка (Паскаль). Транслятор пишется на языке С, причём за основу взят метод рекурсивного спуска. Рассматриваются все основные этапы разработки транслятора: блок лексического анализа, синтаксический анализатор, проверка контекстных условий (семантический анализ), промежуточное представление программы (на языке ПОЛИЗ), генерация объектного кода. В итоге студенты получают практически готовый программный продукт – транслятор для модельного языка, написанный на языке С.

3.4 Форма проведения экзамена по курсу

Студенты и преподаватели вполне отдают себе отчет в том, что еще живо представление об учебном процессе как наборе семестровых аттестационных мероприятий, преодолеваемых в режиме максимальной концентрации, и длительных промежутков между ними, проходящих весьма спокойно и беззаботно, без приложения каких-либо усилий. При этом студенты порой пытаются подтвердить данное представление, а преподаватели стараются такого рода ситуацию сдвинуть с мертвой точки.

Очевидно, формат итоговой (или семестровой) аттестации накладывает определенный отпечаток на то, в каком режиме будет осуществляться работа в течение семестра. В том случае, если интенсивность прикладываемых усилий или успешность продвижения по курсу (возможно, выражаемая в результатах, полученных в ходе промежуточной аттестации) не оказывает большого влияния на характер прохождения итоговых испытаний, то в качестве побочного эффекта это способствует низкой посещаемости занятий, слабой задействованностью студентов в работе в аудитории или дома. Примерно та же картина будет и в том случае, если студент не осознает степени влияния текущих результатов на итоговую аттестацию.

С другой стороны, явным образом оговоренный формат итоговых испытаний с достаточно четко прописанным характером учета текущих результатов при проведении семестровой аттестации (посещаемости, работы на практических семинарских занятиях, результатов промежуточной аттестации, самостоятельной работы вне аудитории, активности работы на лекциях) может поспособствовать увеличению интенсивности работы по ходу семестра, стимулированию самостоятельной работы и активности на аудиторных занятиях, что в итоге выражается в повышении уровня освоения материала курса и, как следствие, повышению успеваемости.

Данные соображения были учтены при разработке формы итоговой аттестации. На экзамене студент получает билет с четырьмя заданиями – два теоретического характера и две задачи – «базовый комплект». Характер работы по ходу семестра «материализуется» в количестве дополнительных предложенных заданий: за активную работу на занятиях, высокие результаты прохождения промежуточных аттестаций (контрольных работ) количество предлагаемых студенту заданий может быть уменьшено, а при слабой работе (низкая посещаемость, слабые результаты или пропуски контрольных работ) – увеличено (возможно, на 2-3). Однако критерии не зависят от количества предложенных заданий, оценка выставляется по следующей схеме: пять минус количество заданий, справиться с которыми не удалось. Таким образом, активная продуктивная работа в течение семестра несколько облегчает прохождение итоговой аттестации, а те, кто своим жизненным стилем избрали упомянутый в эпиграфе принцип, для успешного прохождения экзаменационного испытания вынуждены прикладывать больше усилий.

Стоит отметить, что формат итоговой аттестации, характер учета текущих результатов, а также критерии оценки секретом не являются, абсолютно открыты и прозрачны, и предварительно доносятся до сведения студентов. Это позволяет поддерживать определенный уровень дисциплины и систематическую работу в течение всего семестра, а также повысить «предсказуемость» итоговой оценки, что в какой-то степени стимулирует студентов к ее достижению, мотивирует к освоению курса и положительно влияет на уровень получаемых знаний.

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Языки программирования и методы трансляции»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Языки программирования и методы трансляции» являются лекции, причем в достаточно большом объеме. Это связано с тем, что в основе методов трансляции лежит особый математический аппарат, с помощью которого решаются довольно сложные и громоздкие задачи. По большинству тем предусмотрены практические занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала путем применения его к конкретным задачам и отработка навыков работы с математическим аппаратом теории формальных языков.

Для успешного освоения дисциплины очень важно решение достаточно большого количества задач как в аудитории, так и самостоятельно в качестве домашних заданий. Примеры решения задач разбираются на лекциях и практических занятиях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Основная цель решения задач – помочь усвоить фундаментальные понятия и основы изучаемой дисциплины. Для решения всех задач необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагаются задачи, аналогичные разобранным на лекциях и практических занятиях или немного более сложные, которые являются результатом объединения нескольких базовых задач.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков работы в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде контрольной работы во 2-ом семестре и самостоятельных работ (в аудитории) в обоих семестрах изучения дисциплины. Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору заданий для самостоятельной работы, которые вызвали затруднения.

В конце второго семестра изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Экзамен принимается по экзаменационным билетам, каждый из которых включает в себя два теоретических вопроса. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3 дня, во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Языки программирования и методы трансляции», самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать экзамен по итогам изучения дисциплины «Языки программирования и методы трансляции» студенту практически невозможно.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

В качестве учебно-методического обеспечения рекомендуется использовать литературу, указанную в разделе № 7 данной рабочей программы.

Для подбора учебной литературы рекомендуется также использовать широкий спектр интернет-ресурсов:

1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru) - электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (ИС "Единое окно ") является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2008 гг. Главной разработчик проекта - Федеральное государственное автономное учреждение Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика") www.informika.ru.

ИС "Единое окно" объединяет в единое информационное пространство электронные ресурсы свободного доступа для всех уровней образования в России. Разделы этой системы:

- **Электронная библиотека** является крупнейшим в российском сегменте Интернета хранилищем полнотекстовых версий учебных, учебно-методических и научных материалов с открытым доступом. Библиотека содержит более 30 000 материалов, источниками которых являются более трехсот российских вузов и других образовательных и научных учреждений. Основу наполнения библиотеки составляют электронные версии учебно-методических материалов, подготовленные в вузах, прошедшие рецензирование и рекомендованные к использованию советами факультетов, учебно-методическими комиссиями и другими вузовскими структурами, осуществляющими контроль учебно-методической деятельности.

- **Интегральный каталог образовательных интернет-ресурсов** содержит представленные в стандартизированной форме метаданные внешних ресурсов, а также содержит описания полнотекстовых публикаций электронной библиотеки. Общий объем каталога превышает 56 000 метаописаний (из них около 25 000 - внешние ресурсы). Расширенный поиск в "Каталоге" осуществляется по названию, автору, аннотации, ключевым словам с возможной фильтрацией по тематике, предмету, типу материала, уровню образования и аудитории.

- **Избранное.** В разделе представлены подборки наиболее содержательных и полезных, по мнению редакции, интернет-ресурсов для общего и профессионального образования.

- **Библиотеки вузов.** Раздел содержит подборки сайтов вузовских библиотек, электронных каталогов библиотек вузов и полнотекстовых электронных библиотек вузов.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет (http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность» (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.

Примеры тестовых заданий

Пример 1. Дана грамматика $G = (\{S\}, \{a, b\}, S, P)$, где P состоит из двух продукций:

$$S \rightarrow aSb,$$

$$S \rightarrow \varepsilon.$$

Дать явное описание языка $L(G)$, порождаемого этой грамматикой.

Решение. Очевидно, в G можно построить вывод:

$$S \Rightarrow aSb \Rightarrow aaSbb \Rightarrow aabb, \text{ то есть } S \overset{6}{\Rightarrow} a^2b^2.$$

Следовательно, строка $a^2b^2 \in L(G)$.

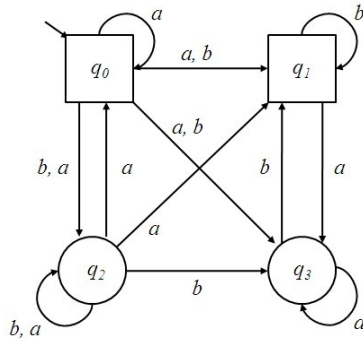
Покажем, что $L(G) = \{a^n b^n \mid n \geq 0\}$. Докажем это по индукции. В качестве параметра n индукции возьмем длину вывода, то есть число применений продукций в последовательности $S \Rightarrow \alpha_1 \Rightarrow \dots \Rightarrow \alpha_n$. Покажем, что получающиеся при этом сентенциальные формы α_n имеют вид $a^n S b^n$ или $a^{n-1} b^{n-1}$, $n \geq 1$.

Пусть $n = 1$, тогда либо $\alpha_1 = aSb$, либо $\alpha_1 = \varepsilon$, что составляет базу индукции.

Допустим, что наше утверждение верно для всех $n \leq k$. Пусть теперь $n = k + 1$, $k \geq 0$. Рассмотрим вывод длины $k + 1$: $S \Rightarrow \alpha_1 \Rightarrow \dots \Rightarrow \alpha_k \Rightarrow \alpha_{k+1}$. По нашему предположению, $\alpha_k = a^k S b^k$, так как к строке $a^{k-1} b^{k-1}$ никакой продукции применить уже нельзя.

На $(k+1)$ -м шаге возможно применение одной из двух продукций грамматики G . Если применить первую, то получим строку $a^{k+1} S b^{k+1}$, а если вторую, то строку $a^k b^k$, что согласуется с предположением индукции. Таким образом, наше утверждение верно, и ничего другого, кроме строк вида $a^n S b^n$ или $a^n b^n$, из S получить невозможно. В то же время легко заметить, что любая строка вида $a^n b^n$ для $n \geq 0$ выводима из S .

Пример 2. Рассмотрим недетерминированный конечный автомат (НКА) $M = (Q, \Sigma, \theta, q_0, F)$, заданный диаграммой D_M :



Построить автомат (недетерминированный) $M' = (Q, \Sigma, q_0, \theta', F')$ без ε -переходов и такой, что $L(M) = L(M')$.

Решение. Здесь $Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}$, $\Sigma = \{a, b\}$, $F = \{q_1\}$.

Берем начальное состояние q_0 и вычисляем все состояния, в которые M переходит из q_0 по символу a и по символу b :

$$\begin{aligned} q_0 a &\rightarrow q_1, & q_0 b &\rightarrow q_3, \\ q_0 \varepsilon a &\rightarrow q_3, & q_0 \varepsilon b &\rightarrow q_2, \\ q_0 \varepsilon a &\rightarrow q_0, & q_0 \varepsilon b &\rightarrow q_3, \\ q_0 \varepsilon a \varepsilon &\rightarrow q_2, & q_0 \varepsilon b &\rightarrow q_1, \end{aligned}$$

То есть $\theta'(q_0, a) = \{q_0, q_1, q_2, q_3\}$, $\theta'(q_0, b) = \{q_1, q_2, q_3\}$. Теперь то же самое сделаем для q_1 :

$$q_1 a \rightarrow q_3, \quad q_1 b \rightarrow q_1,$$

то есть $\theta'(q_1, a) = \{q_3\}$, $\theta'(q_1, b) = \{q_1\}$. Далее для q_2 :

$$\begin{aligned} q_2 a &\rightarrow q_0, & q_2 b &\rightarrow q_3, \\ q_2 a \varepsilon &\rightarrow q_2, & q_2 b &\rightarrow q_2, \\ q_2 a \varepsilon &\rightarrow q_1, \end{aligned}$$

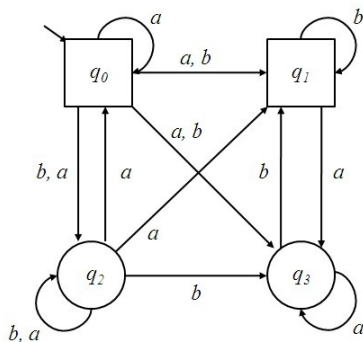
то есть $\theta'(q_2, a) = \{q_0, q_1, q_2\}$, $\theta'(q_2, b) = \{q_2, q_3\}$. Для q_3 получаем:

$$q_3 a \rightarrow q_3, \quad q_3 b \rightarrow q_1,$$

то есть $\theta'(q_3, a) = \{q_3\}$, $\theta'(q_3, b) = \{q_1\}$.

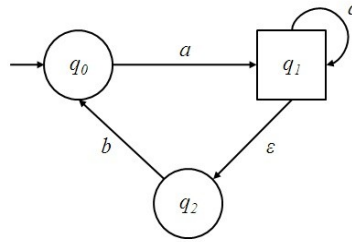
Наконец, заметим, что $q_1 \in \theta(q_0, \varepsilon)$, значит, ε допускается автоматом M , следовательно, q_0 должно быть помещено в F' .

Таким образом, диаграмма $D_{M'}$ автомата M' будет выглядеть следующим образом:



Нетрудно видеть, что если некоторая строка $\alpha \in L(M)$, то $\alpha \in L(M')$, и наоборот, то есть $L(M) = L(M')$.

Пример 3. Пусть дан недетерминированный конечный автомат (НКА) $M = (Q, \Sigma, \theta, q_0, F)$:



Построить эквивалентный ему детерминированный конечный автомат (ДКА) $M' = (Q', \Sigma, \{q'_0\}, \theta', F')$.

Решение.

1. Положим $q'_0 = \{q_0\}$.

2. $\theta'(q'_0, a) = \theta(q_0, a) = \{q_1, q_2\}$, $\theta'(q'_0, b) = \theta(q_0, b) = \emptyset$.

3. Положим $q'_1 = \{q_1, q_2\}$, $q'_2 = \emptyset$.

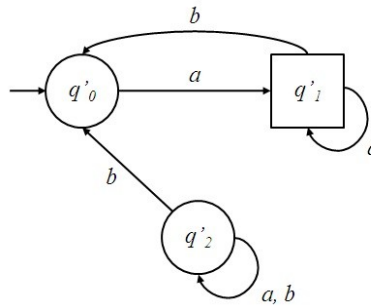
4. Вычисляем:

$$\theta'(q'_1, a) = \theta(q_1, a) \cup \theta(q_2, a) = \{q_1, q_2\} \cup \emptyset = \{q_1, q_2\} = q'_1,$$

$$\theta'(q'_1, b) = \theta(q_1, b) \cup \theta(q_2, b) = \emptyset \cup \{q_0\} = \{q_0\} = q'_0.$$

$$\theta'(q'_2, a) = \emptyset = q'_2, \quad \theta'(q'_2, b) = \emptyset = q'_2.$$

Так как новых состояний q' не появилось, то процесс закончен. Получился автомат M' :



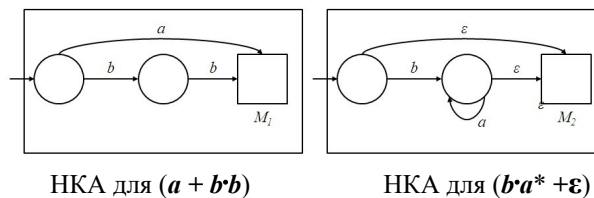
Пример 4.

Найти НКА M , допускающий язык $L(p)$, заданный регулярным выражением p :

$$p = (a + b \cdot b)^* \cdot (b \cdot a^* + \epsilon).$$

Решение.

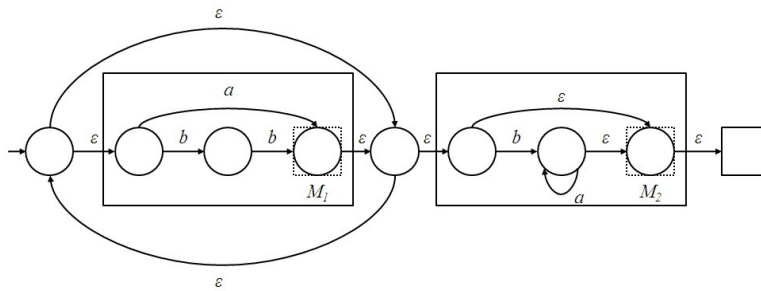
Сначала строим автоматы M_1 и M_2 для выражений $(a + b \cdot b)$ и $(b \cdot a^* + \epsilon)$ соответственно:



НКА для $(a + b \cdot b)$

НКА для $(b \cdot a^* + \epsilon)$

Затем, замыкая M_1 и образуя его последовательную композицию с M_2 , получаем требуемый НКА M :



Пример 5. Пусть дана грамматика G , порождающая арифметические выражения:

$E \rightarrow T \{+T\}$

$T \rightarrow F \{*F\}$

$F \rightarrow a \mid b \mid (E)$

Построить грамматику с действиями по переводу этих выражений в ПОЛИЗ.

Решение.

Грамматика с действиями по переводу этих выражения в ПОЛИЗ будет такой:

$E \rightarrow T \{+T \text{ <putchar('<+>')>}\}$

$T \rightarrow F \{*F \text{ <putchar('<*>')>}\}$

$F \rightarrow a \text{ <putchar('<a>')>} \mid b \text{ <putchar('')>} \mid (E)$

Пример 6.

Рассмотрим КС-грамматику G с продукциями

$S \rightarrow aSbS \mid bSaS \mid \epsilon.$

Показать, что данная грамматика неоднозначна.

Решение.

Рассмотрим два различных вывода строки $abab$ в этой грамматике:

а) $S \Rightarrow aSbS \Rightarrow abSaSbS \Rightarrow^* ab\epsilon a\epsilon b\epsilon$;

б) $S \Rightarrow aSbS \Rightarrow a\epsilon bS \Rightarrow a\epsilon baSbS \Rightarrow^* a\epsilon ba\epsilon b\epsilon$.

Им соответствуют два различных дерева вывода, что и доказывает неоднозначность G .