

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное
 учреждение высшего образования
 «СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
 имени М. К. АММОСОВА»
 Институт математики и информатики
 Кафедра информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИМИ

_____/ В. И. Афанасьева /
 « ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.18 – Теория автоматов и формальных языков

для программы магистратуры
 по направлению подготовки
 09.03.01 – Информатика и и вычислительная техника

Автор: Павлов А.В., к. ф.-м. н., доцент кафедры информационных технологий ИМИ,
 av.pavlov@s-vfu.ru

<p>ОДОБРЕНО Заведующий кафедрой разработчика _____ / _____ / Протокол № ____ от « ____ » _____ 20 ____ г.</p>	<p>ОДОБРЕНО Заведующий выпускаю- щей кафедрой ИТ _____ / _____ / Протокол № ____ от « ____ » _____ 20 ____ г. Руководитель программы* _____ / _____ / « ____ » _____ 20 ____ г.</p>	<p>РЕКОМЕНДОВАНО Нормоконтроль в составе ОП пройден _____ / _____ / Протокол № ____ от « ____ » _____ 20 ____ г.</p>
<p>Рекомендовано к утверждению в составе ОП 09.03.01 «Информатика и и вычислительная техника» Председатель УМК ИМИ _____ /И. В. Николаева/ Протокол УМК № _____ от « ____ » _____ 20 ____ г.</p>		<p>Эксперт УМК ИМИ _____ / _____ / « ____ » _____ 20 ____ г.</p>

1. АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины Б1.Б.18 – Теория автоматов и формальных языков

Трудоемкость 3 з. е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Изучение дисциплины «Теория автоматов и формальных языков» имеет следующие цели:

- дать введение в идеи и методы теории формальных языков;
- ознакомить с основными способами задания и анализа регулярных языков;
- ознакомить с основными способами задания и анализа контекстно-свободных языков.

Краткое содержание дисциплины. Регулярные языки. Иерархия Хомского. Контекстно-свободные языки. Языки, распознаваемые машиной Тьюринга. Неразрешимые языки.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Таблица 1. Перечень планируемых результатов обучения

Планируемые результаты освоения программы (содержание и коды компетенций)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ДОПК-1 : способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с информатикой и информационными технологиями	<p>В результате изучения дисциплины обучающийся должен:</p> <p><u>знать:</u></p> <ul style="list-style-type: none">– определение, основные способы задания и свойства регулярных языков;– определение, основные способы задания и свойства контекстно-свободных языков;– алгоритмы, используемые для определения принадлежности заданной строки заданному регулярному или КС-языку. <p><u>уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none">– строить регулярные выражения для несложных регулярных языков;– понимать и проверять индуктивные доказательства свойств языков, автоматов и грамматик;– преобразовывать задания данного регулярного языка при помощи конечного автомата, грамматики, регулярного выражения друг в друга;– пользоваться в компьютерных программах несложными регулярными выражениями для поиска текста;– строить несложные машины Тьюринга.

	<p><u>владеть навыками:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – проверки принадлежности заданной строки языку данного конечного автомата или регулярного выражения; – чтения грамматик, заданных в форме Бэкуса-Наура и построения примеров строк, выводимых в данной грамматике.
--	--

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Таблица 2. *Содержательно-логические связи дисциплины*

Индекс дисциплины	Наименование дисциплины	Коды учебных дисциплин, практик	
		на которые опирается содержание дисциплины	для которых содержание дисциплины выступает опорой
Б1.Б.18	Теория автоматов и формальных языков	Б1.Б.17 – Дискретная математика	Б1.В.ОД.8 – Языки программирования и методы трансляции, Б1.Б.19 – Математическая логика и теория алгоритмов

1.4. Язык преподавания

Русский.

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Таблица 3. Выписка из учебного плана

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.Б.18 – Теория автоматов и формальных языков	
Курс изучения	2	
Семестр(ы) изучения	4	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет	
Курсовой проект / курсовая работа (указать вид работы при наличии в учебном плане), семестр выполнения		
Трудоемкость (в ЗЕТ)	3 (3)	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1, 2, 3), в т. ч.:	108	
№ 1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т. ч. с применением ДОТ или ЭО, в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.)	75	
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	18	
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:		
- семинары (практические занятия, коллоквиумы и т. п.)	18	
- лабораторные работы	36	
- практикумы		
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	3	
№ 2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	33	
№ 3. Количество часов на экзамен (при наличии экзамена в учебном плане)	—	

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по темам и видам учебных занятий

Таблица 4

Тема	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с прим-м ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с прим-м ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с прим-м ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с прим-м ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
Тема 1. Регулярные языки	47	6	0	6	0	11	10	0	0	1	13
Тема 2. КС-языки	50	6	0	6	0	14	10	0	0	1	13
Тема 3. Элементы теории алгоритмов	41	6	0	6	0	11	10	0	0	1	7
ВСЕГО ЧАСОВ	108	18	0	18	0	36	30	0	0	3	33

3.2. Содержание тем программы дисциплины

Тема 1. Регулярные языки

Регулярные языки. Мотивировки: задачи и приложения теории формальных языков. Использование регулярных выражений в задачах компьютерной обработки текстов. POSIX BRE, ERE. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы (КА). Теорема о детерминизации. Регулярные выражения. Регулярные выражения (РВ). Эквивалентность РВ и КА. Праволинейные грамматики. Грамматика. Иерархия Хомского. Праволинейные грамматики. Нормальный вид праволинейных грамматик. Эквивалентность праволинейных грамматик и КА. Свойства регулярных языков. Свойства замкнутости. Лемма о разрастании. Примеры нерегулярных языков. Программные распознаватели РВ.

Тема 2. КС-языки

Примеры КС-языков. Форма Бэкуса-Наура. Практическое использование грамматик. Нормальная форма Хомского. Магазинные автоматы (МА). Эквивалентность МА и КС-грамматик. Свойства КС-языков. Алгоритм Кока-Янгера-Касами. Лемма о разрастании для КС-языков. Примеры не-КС языков. Иерархия Хомского.

Тема 3. Элементы теории алгоритмов

Машина Тьюринга (МТ) как распознаватель. Детерминированная и недетерминированная МТ. Сложность, классы Р и NP. Разрешимые и невычислимые множества. Программы, печатающие сами себя. Универсальная машина, диагонализация и алгоритмическая неразрешимость. Неразрешимость задач самоприменимости и остановки. Понятие о сетях Петри и клеточных автоматах (*).

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

При проведении занятий и организации СРС используются традиционные технологии сообщающего обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде: проведение лекционных занятий, самостоятельная работа с источниками. Предусмотрено использование активных и интерактивных форм обучения с целью формирования и развития профессиональных навыков студентов - выполнение практических работ с применением компьютерных технологий.

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

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудоемкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Регулярные языки	Решение задач	13	Сдача домашних заданий в Gradiance, JFLAP
2	КС-языки	Решение задач	13	Сдача домашних заданий в Gradiance, JFLAP
3	Элементы теории алгоритмов	Решение задач	7	Сдача домашних заданий в Gradiance, JFLAP
	ИТОГО		33	

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Важное значение в освоении дисциплины имеет самостоятельная работа. Она предполагает в том числе выполнение в срок домашних работ в системе онлайн-тестирования Gradiance. Хотя тесты Gradiance выглядят как тесты с выбором варианта, на деле требуется решить традиционную задачу, а Gradiance задает вопросы к различным случайно выбранным аспектам решения. Для сдачи каждого домашнего задания предусмотрен срок, после которого решение получает сначала неполные баллы, а затем не получает баллов вообще. Своевременное выполнение заданий требует самостоятельности и ответственности. При возникновении трудностей следует задавать вопросы, в том числе на форуме курса, где на вопросы могут отвечать сокурсники.

Последовательное и добросовестное изучение курса является основой для выработки углубленного понимания алгоритмических проблем генерации и анализа структурированных текстов в областях деятельности, предполагаемых образовательным стандартом.

Рейтинговый регламент по дисциплине

Вид выполняемой учебной работы (контролирующие мероприятия)	Количество баллов (min)	Количество баллов (max)
Посещаемость	6	10
Домашние задания, онлайн-тесты	30	50
Контрольные работы	24	40
Количество баллов для получения зачета (min–max)	60	100

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

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Показатель оценивания (дескриптор) (по п.1.2)	Уровни освоения	Критерий оценивания	Оценка
ДОПК-1	<p><u>знать:</u> определение, основные способы задания и свойства регулярных языков; определение, основные способы задания и свойства контекстно-свободных языков; алгоритмы, используемые для определения принадлежности заданной строки заданному регулярному или КС-языку.</p> <p><u>уметь:</u> строить регулярные выражения для несложных регулярных языков; понимать и проверять индуктивные доказательства свойств языков, автоматов и грамматик; преобразовывать задания данного регулярного языка при помощи конечного автомата, грамматики, регулярного выражения друг в друга; пользоваться в компьютерных программах несложными регулярными выражениями для поиска текста; строить несложные машины Тьюринга.</p> <p><u>владеть навыками:</u> проверки принадлежности заданной строки языку данного конечного автомата или регулярного выражения; чтения грамматик, заданных в форме Бэкуса-Наура и построения примеров строк, выводимых в данной грамматике.</p>	высокий	способен выполнять все задачи из следующего списка: строить конечные автоматы для языков с простыми закономерностями повторов; преобразовать заданный недетерминированный КА в детерминированный; написать extended regex для структурированных фрагментов текста, включающих вложенные повторы, с использованием классов символов, квантификаторов и группировки; преобразовывать РВ в эквивалентное КА и обратно; приводить КС-грамматику к нормальной форме Хомского; преобразовывать КС грамматику в эквивалентный МА; строить машину Тьюринга, выполняющую простые манипуляции со строками на ленте, либо арифметические действия (исключая деление) с аргументами.	зачтено
		базовый	не способен выполнить не более одного пункта из вышеперечисленного	зачтено

		мини-мальный	не способен выполнить не более двух пункта из вышеперечисленного	зачтено
		не освоено	не способен выполнить три или более пунктов из вышеперечисленного	не зачтено

6.2. Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации

Коды оцениваемых компетенций	Оцениваемый показатель (ЗУВ)	Тема	Образец типового (тестового или практического) задания (вопроса)
ДОПК-1	знать определение, основные способы задания и свойства регулярных языков; владеть навыками проверки принадлежности заданной строки языку данного конечного автомата или регулярного выражения;	1	Нарисуйте диаграмму недетерминированного конечного автомата над алфавитом $\{a, b, c\}$ с множеством состояний $\{P, Q, R, S, T\}$, начальным состоянием P , множеством финальных состояний $\{T\}$, и функцией переходов δ : $\delta(P, \epsilon) = \{Q\}$, $\delta(Q, \epsilon) = \{R\}$, $\delta(T, 0) = \{T\}$, $\delta(R, 0) = \{R, S\}$, $\delta(S, 0) = \{S, T\}$ $\delta(P, 0) = \{P\}$, $\delta(Q, 2) = \{Q\}$, $\delta(T, 1) = \{T\}$, $\delta(R, 1) = \{R\}$, $\delta(S, 1) = \{S\}$. Перечислите все строки длины 3, допускаемые данным автоматом. Допускает ли этот автомат цепочку 002011? Перечислите все состояния, в которых он может оказаться, прочитав данную цепочку.
ДОПК-1	знать определение, основные способы задания и свойства контекстно-свободных языков;	2	Постройте КС-грамматику для языка $\{0^m 1^n 2^k 0^{n+2} \mid m, k \geq 0, n > 0\}$.
ДОПК-1	знать алгоритмы, используемые для определения принадлежности заданной строки заданному регулярному или КС-языку.	2	Заполните таблицу алгоритма Кока-Янгера-Касами для грамматики $S \rightarrow AB \mid BC; \quad A \rightarrow BA \mid a, \quad B \rightarrow CC \mid b; \quad C \rightarrow AB \mid a$ и строки $w = baaba$.

ДОПК-1	уметь строить регулярные выражения для несложных регулярных языков;	1	Постройте ERE для последовательностей адресных строк в следующем формате. Адресная строка состоит из названия улицы (одно русское слово, начинающееся с прописной буквы, перед которым обязательно идет «ул.»), номера дома n ($1 \leq n \leq 59$), возможно, с дробью (число от 1 до 3), и номера квартиры m , ($1 \leq m \leq 79$), перед которым обязательно идет «кв.». Улица, номер дома и номер квартиры разделяются запятой с пробелом. Адресные строки в последовательности разделяются точкой с запятой и пробелом. Последовательность завершается точкой. Пример: «ул. Гороховая, 53, кв. 23; ул. Кржижановского, 27/2, кв. 2.»
ДОПК-1	уметь понимать и проверять индуктивные доказательства свойств языков, автоматов и грамматик;	1,2	Дано индуктивное доказательство о языке данного автомата. Объясните, получается ли каждый из отмеченных логических шагов доказательства в силу а) свойств строк, б) свойств конечных автоматов или в) индуктивного предположения.
ДОПК-1	уметь преобразовывать задания данного регулярного языка при помощи конечного автомата, грамматики, регулярного выражения друг в друга;	1,2	Постройте конечный автомат, эквивалентный регулярному выражению $((01)^*5(01^*2 + 021^+)(303 + 44)^*)^*$.
ДОПК-1	уметь строить несложные машины Тьюринга.	3	Постройте машину Тьюринга, обращающую второе слово на ленте, содержащей два слова в алфавите $\{0, 1\}$.

Вопросы к зачету

1. Регулярное выражение (“математический вариант”). Итерация, конкатенация, альтернатива.
2. Регэкспы (регулярные выражения) POSIX: базовые и расширенные. Конструкции $.$, $[abc]$, $[a-c]$, $[^abm-z]$, $*$, $+$, $\{n, m\}$, $^$, $\$$, $|$, скобки, \backslash , $?$.
3. Детерминированные и недетерминированные конечные автоматы, определяемые ими языки.
4. Теорема о детерминизации: преобразование НКА в ДКА
5. Теорема об операциях над регулярными (автоматными) языками: конкатенация, итерация, объединение, пересечение, разность, дополнение, обращение (реверс).
6. Теорема о существовании эквивалентного регулярного выражения для любого ДКА
7. Теорема о преобразовании регулярного выражения в конечный автомат.
8. Порождающие грамматики.

9. Лемма о разрастании для регулярных языков.
10. Контекстно-свободные грамматики. Примеры КС-грамматик: грамматика для $\{a^n b^n\}$.
Грамматика для арифметических выражений, построенных из чисел.
11. Деревья разбора. Левое и правое порождение (вывод).
12. Нормальная форма Хомского. Устранение бесполезных символов.
13. Нормальная форма Хомского. Удаление ϵ -правил.
14. Нормальная форма Хомского. Удаление цепных правил.
15. Нормальная форма Хомского. Устранение правил с терминалами в теле длины >1 , устранение правил с телом длины >2 из нетерминалов.
16. Алгоритм Кока-Янгера-Касами, его сложность (Галочкин и др., лекция 5)
17. Магазиновый автомат. Язык, допускаемый автоматом: при помощи пустого стека, при помощи конечного состояния. Эквивалентность.
18. Построение магазинного автомата, эквивалентного заданной грамматике: конструкция, пример.
19. Построение грамматики, эквивалентной данному магазинному автомату: построение, пример.
20. Машина Тьюринга. Машины прибавления единицы, перестановки двух слова на ленте.
21. Универсальная машина Тьюринга. Неразрешимость проблемы самоприменимости.
22. Неразрешимость проблемы остановки.

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Данный вид комплексного испытания предполагает последовательное выполнение всех форм текущего контроля, таких, как онлайн-тесты по домашним заданиям на Gradiance и выполнение контрольных работ.

Онлайн-тестирование. Данная форма контроля направлена на оценку основных теоретических знаний обучающегося по мере освоения основных разделов дисциплины.

Контрольные работы. В этой форме промежуточного контроля проверяется закрепленность необходимых умений и навыков.

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

Перечень литературы

№	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	НБ СВФУ, кафедральная библиотека и кол-во экземпляров	Электронные издания: точка доступа к ресурсу (наименование ЭБС, ЭБ СВФУ)
Основная литература				
1	Мозговой М. В. Классика программирования: алгоритмы, языки, автоматы, компиляторы: практический подход. СПб: Наука и Техника, 2006. 320 с.		10	
Дополнительная литература				
1	Кормен Т. Х. Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ. М.: МЦНМО, 1999		1	

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины

1. Хопкрофт Дж., Мотвани Р., Ульман Дж. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. Режим доступа:
<https://books.google.ru/books?id=Th5ZTEpJQMoC>
2. Пентус А. Е., Пентус М. Р. Теория формальных языков. М.: Изд-во ЦПИ при ММФ МГУ, 2004, 80 с. Режим доступа:
<http://www.mccme.ru/free-books/pentus/pentus.pdf>
3. Верещагин Н. К., Шень А.,Х. Вычислимые функции. М.: Изд-во МЦНМО, 2012. 160 с. Режим доступа:
<http://www.mccme.ru/free-books/shen/shen-logic-part3-2.pdf>
4. Система Gradiance. Режим доступа:
<http://www.newgradiance.com/>
5. INTUIT: Пентус А. Е., Пентус М. Р. Курс «Математическая теория формальных языков». Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/1064/170/info>
6. Susan H. Rodger. JFLAP version 7.0. Режим доступа: <http://www.cs.duke.edu/csed/jflap/>

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

Для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оборудованная доской, мультимедийным проектором с экраном. Для проведения лабораторных занятий требуется компьютерный класс с подключением к интернету.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения

10.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций);
- ведение учета посещаемости и выполнения учебных заданий в системе Google Docs;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты, специализированного образовательного форума Piazza;
- компьютерное тестирование.

10.2. Перечень программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующее программное обеспечение:

- Виртуальная машина Java, например Oracle Java Runtime Environment;
- свободно распространяемое программное обеспечение: JFLAP и ANTLR;
- интернет-браузер.

ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.Б.18 — Теория автоматов и формальных языков

[illegible]

В таблице указывается только характер изменений (например, изменение темы, списка источников по теме или темам, средств промежуточного контроля) с указанием пунктов рабочей программы. Само содержание изменений оформляется приложением по сквозной нумерации.

Содержание

1	АННОТАЦИЯ	2
1.1	Цель освоения и краткое содержание дисциплины	2
1.2	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	2
1.3	Место дисциплины в структуре образовательной программы	3
1.4	Язык преподавания	3
2	Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	4
3	Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	5
3.1	Распределение часов по темам и видам учебных занятий	5
3.2	Содержание тем программы дисциплины	5
3.3	Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии . .	6
4	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6
5	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	6
6	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	7
6.1	Показатели, критерии и шкала оценивания	7
6.2	Типовые контрольные задания (вопросы) для промежуточной аттестации . .	8
6.3	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания	10
7	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	11
8	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины	11
9	Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	12
10	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения	12
10.1	Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	12
10.2	Перечень программного обеспечения	12