
УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«25» мая 2026 г.
Протокол №2

**Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Формальные языки и сложность вычислений»**

Направление подготовки: 02.03.01 Математика и компьютерные науки

Направленность (профиль) подготовки: Прикладной искусственный интеллект

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Срок освоения программы: 4 года

Год набора: 2026

**Москва
2026**

Содержание

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)	3
2. Перечень планируемых результатов обучения	3
3. Тематический план	7
4. Содержание дисциплины (модуля)	8
5. Учебно-методическое обеспечение	9
6. Материально-техническое обеспечение	9
7. Методические и оценочные материалы	11

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Формальные языки и сложность вычислений» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Прикладной искусственный интеллект», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Формальные языки и сложность вычислений» позволяет развить компетенции в области работы над новыми алгоритмами, доказательстве их корректности и сложности, а также при создании формальных спецификаций в проектах по верификации программ и систем безопасности.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки бакалавриата по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Прикладной искусственный интеллект» и входит в вариативную часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений, как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) доступна для изучения на 3 или 4 курсе в 6, 7, 8 семестрах на выбор после успешного освоения дисциплин (модулей): «Математический анализ. Часть 1», «Математический анализ. Часть 2» и «Линейная алгебра и геометрия. Часть 1», «Линейная алгебра и геометрия. Часть 2» или «Математический анализ. Продвинутый уровень. Часть 1», «Математический анализ. Продвинутый уровень. Часть 2» и «Линейная алгебра и геометрия. Продвинутый уровень. Часть 1», «Линейная алгебра и геометрия. Продвинутый уровень. Часть 2».

Цель изучения дисциплины (модуля): сформировать у студентов фундаментальные теоретические и практические знания о формальных языках, их распознающих моделях и о ресурсных ограничениях вычислений, чтобы они могли анализировать выразительность разных моделей, проектировать автоматные и грамматические описания, а также оценивать алгоритмическую сложность задач и классифицировать их в классах P/NP.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

- освоить базовые понятия формальных языков – алфавит, слово, язык, операции над языками, грамматика и распознающая модель;
- изучить регулярные языки: конечные автоматы (детерминированные и недетерминированные), регулярные выражения, лемма о накачке, методы доказательства регулярности/нерегулярности;
- познакомиться с иерархией Хомского и теорией вычислимости: машины Тьюринга, понятия разрешимости и распознаваемости, связи между уровнями иерархии;
- развить навыки формального конструирования : построение автоматов и регуля-выражений, детерминизация и минимизация ДКА, построение грамматик, доказательство свойств языков.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

- основные понятия формальных языков: алфавит, слово, язык, операции над языками, грамматика и распознающая модель;
- определения и свойства регулярных языков, конечных автоматов, регулярных выражений и леммы о накачке;
- основные понятия контекстно-свободных языков, контекстно-свободных грамматик, деревьев вывода и автоматов с магазинной памятью;
- базовые понятия разрешимости, распознаваемости, машин тьюринга и иерархии хомского;

— основные понятия теории сложности: временная и пространственная сложность, классы P и NP , полиномиальное сведение, NP -трудность и NP -полнота;

уметь:

— строить конечные автоматы, регулярные выражения и грамматики для заданных формальных языков;

— преобразовывать недетерминированные автоматы в детерминированные и минимизировать простые детерминированные автоматы;

— доказывать регулярность, нерегулярность и контекстную свободу языков с использованием стандартных методов;

— оценивать временную и пространственную сложность алгоритмов на базовом и среднем уровне;

— доказывать принадлежность задач к NP и строить простые полиномиальные сведения между задачами;

владеть:

— навыками формального описания языков с помощью автоматов, регулярных выражений и грамматик;

— приёмами анализа выразительной силы различных моделей вычислений;

— навыками работы с доказательствами о языках: замкнутость, леммы о накачке, построение контрпримеров;

— базовыми методами анализа алгоритмической сложности и классификации вычислительных задач;

— навыками доказательства вычислительной трудности задач через сведения и распознавания NP -полных постановок.

2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

Код и содержание компетенции	Индикатор компетенции и перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает методы поиска и анализа информации в области разработки, основные принципы критической оценки источников информации и их релевантности.
	УК-1.2. Умеет критически оценивать источники информации и синтезировать данные из различных источников для решения задач, применять системный подход к анализу и решению комплексных проблем.
	УК-1.3. Имеет практический опыт работы с современными инструментами и технологиями для обработки информации, формулировании и структурировании задач на основе полученной информации.
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Знает действующие правовые нормы, регулирующие деятельность в области решения задач, основные методы и подходы к определению круга задач.
	УК-2.2. Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения задач, учитывая имеющиеся ресурсы и ограничения.
	УК-2.3. Имеет практический опыт применения знаний о правовых нормах и ресурсах в реальных ситуациях, разработки и реализации решений в соответствии с установленными ограничениями.
ОПК-1. Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Знает основные понятия, методы и результаты математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической и дифференциальной геометрии, топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов и теоретической механики.
	ОПК-1.2. Умеет применять фундаментальные математические знания и методы для анализа и решения профессиональных задач.
	ОПК-1.3. Имеет практический опыт выбора, разработки и реализации математических моделей и методов при решении задач профессиональной деятельности.
ОПК-6. Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для	ОПК-6.1. Знает принципы алгоритмизации, основные структуры данных, парадигмы программирования, методы разработки, тестирования и отладки компьютерных программ.
	ОПК-6.2. Умеет разрабатывать, документировать, тестировать и

практического применения	отлаживать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения, с использованием современных языков и сред разработки.
	ОПК-6.3. Имеет практический опыт разработки и сопровождения компьютерных программ и программных комплексов для решения прикладных задач.

3. Тематический план

№п/ п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия			
1	Введение в формальные языки и конечные автоматы	6	6		24	Домашнее задание, Аудиторная работа
2	Регулярные языки	6	6	2	24	Домашнее задание, Аудиторная работа, Контрольная работа
3	Контекстно-свободные языки и грамматики	6	6		24	Домашнее задание, Аудиторная работа
4	Разрешимость, машины Тьюринга и иерархия языков	6	6		24	Домашнее задание, Аудиторная работа
5	Введение в сложность вычислений	6	8	2	24	Домашнее задание, Аудиторная работа, Контрольная работа
	Зачет с оценкой			4		Коллоквиум
Итого:		30	32	8	120	
Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)		190				
Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)		5				

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Введение в формальные языки и конечные автоматы	Формальные языки и алфавиты Детерминированные конечные автоматы Недетерминированные конечные автоматы
2	Регулярные языки	Регулярные выражения и языки Свойства регулярных языков. Минимизация простых автоматов
3	Контекстно-свободные языки и грамматики	Контекстно-свободные грамматики Нормальные формы и преобразования грамматик Автоматы с магазинной памятью.
4	Разрешимость, машины Тьюринга и иерархия языков	Машины Тьюринга и распознавание языков Иерархия Хомского и неразрешимость
5	Введение в сложность вычислений	Временная и пространственная сложность Классы P и NP Полиномиальные сведения Классические NP-полные задачи.

5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Основная литература:

1. Авдошин, С.М. Дискретная математика. Формально-логические системы и языки / С.М. Авдошин, А. А. Набебин. - Москва : ДМК Пресс, 2018. - 390 с. - ISBN 978-5-97060-622-3. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1027772>

2. Пентус, А. Е. Математическая теория формальных языков : краткий курс / А. Е. Пентус, М. Р. Пентус. - Москва : ИНТУИТ, 2016. - 153 с. - ISBN 5-9556-0062-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2144628>

Дополнительная литература:

1. Пентус, А. Е. Математическая теория формальных языков : краткий курс / А. Е. Пентус, М. Р. Пентус. - Москва: ИНТУИТ, 2016. - 153 с. - ISBN 5-9556-0062-0. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2144628>

6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

- столами и стульями;
- компьютерной техникой;
- механическими калькуляторами;
- специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том

числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp
2.	База данных для IT-специалистов	https://habr.com
3.	База данных ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	https://minobrnauki.gov.ru/
5.	Федеральный портал «Российское образование»	https://www.edu.ru/
6.	Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru/
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	http://school-collection.edu.ru/
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	http://fcior.edu.ru/

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модуле), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
Операционные системы:		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
Браузеры:		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
Офисные приложения:		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
Программное обеспечение для планирования и учета времени:		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления проектами:		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
Системы управления базами данных:		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
Системы резервного копирования (backup):		
Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
Справочно-правовые системы:		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
Средства антивирусной защиты:		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
Среды разработки:		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое

CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
Пакеты программных средств и библиотек:		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления библиографической информацией:		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
Сервисы и службы:		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

7. Методические и оценочные материалы

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Формальные языки и сложность вычислений» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, аудиторная работа, контрольная работа, коллоквиум, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

Лекция – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удастся, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

Семинар – это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

Домашнее задание – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал. Использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

Аудиторная работа – активная работа студента на семинаре или лекции, его ответы на вопросы преподавателя и участие в дискуссии.

Для успешного участия в аудиторной работе студентам рекомендуется заранее ознакомиться с темой обсуждения, прочитать необходимые материалы и подготовить вопросы. Важно активно слушать и вовлекаться в дискуссию, высказывая свои мнения, аргументируя их. При ответах на вопросы преподавателя стоит быть уверенным, четким и логичным, опираясь на изученный материал. Также полезно поддерживать диалог с однокурсниками, чтобы обогатить обсуждение и расширить свои знания.

Контрольная работа – письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время.

Цель контрольной работы – получить специальные знания по одной или нескольким темам дисциплины и продемонстрировать навыки их практического применения.

Коллоквиум – устные ответы на вопросы, список которых известен студенту заранее.

В процессе подготовки к коллоквиуму необходимо проанализировать учебные материалы, ознакомившись с лекциями, учебниками и дополнительными источниками, акцентируя внимание на ключевых темах. Рекомендуется создать структурированные конспекты, выделяя основные идеи, термины и формулы.

Самостоятельная работа – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Формальные языки и сложность вычислений»

Оценивание уровня учебных достижений, обучающихся по дисциплине (модулю), осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в форме **зачета с оценкой**, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом, если иное не указано в силлабусе дисциплины:

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
10	Отлично	Зачтено	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей программе, и глубоко осмысляет дисциплину. Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты
9	Отлично	Зачтено	
8	Отлично	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
			дисциплины (модуля) с практическими задачами.
7	Хорошо	Зачтено	Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
6	Хорошо	Зачтено	
5	Удовлетворительно	Зачтено	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
4	Удовлетворительно	Зачтено	
3	Не сдан	Не зачтено	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задаст дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	Не зачтено	
1	Не сдан	Не зачтено	

Дисциплина (модуль) «Формальные языки и сложность вычислений» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Домашние задания	25%	10	Набор задач по темам недели
Аудиторная работа	15%	15	Активная работа студента на семинаре или лекции
Контрольная работа	35%	2	Письменная работа с набором задач, которые нужно решить за ограниченное время
Зачет с оценкой	25%	1	Коллоквиум - устные ответы на вопросы, список которых известен студенту заранее

Формула расчёта итоговой оценки по дисциплине (модулю) «Формальные языки и сложность вычислений»: $0,25 \times \text{среднее за домашние задания} + 0,15 \times \text{среднее за аудиторную работу} + 0,35 \times \text{среднее за контрольные работы} + 0,25 \times \text{зачет с оценкой}$.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модуле)

Примерные домашние задания

1. Сконструировать детерминированный конечный автомат, принимающий все строки над алфавитом $\{a,b\}$, в которых количество символов a чётно.
2. Преобразовать заданный недетерминированный автомат в эквивалентный детерминированный (алгоритм построения множества состояний) и указать, сколько состояний получилось.
3. Минимизировать полученный в пункте 2 автомат с помощью алгоритма Хопкрофта; привести итоговый минимальный автомат.
4. Записать регулярное выражение, описывающее язык всех слов над $\{0,1\}$, содержащих подстроку 101.
5. Доказать, используя лемму о накачке, что язык $L = \{a^n b^n \mid n \geq 0\}$ не регулярный. Оформить доказательство в виде короткого отчёта.
6. Составить контекстно-свободную грамматику, генерирующую язык $\{a^n b^m c^{n+m} \mid n, m \geq 0\}$. Привести вывод строки $aac b c$.
7. Построить недетерминированный автомат с магазинной памятью (ПДА), распознающий палиндромы над $\{a,b\}$ (в том числе пустую строку). Описать алфавит стека, функцию переходов и состояние принятия.
8. Дать формальное определение рекурсивно-перечислимому множеству и привести два примера (одно простое, одно более сложное).
9. Оценить временную сложность алгоритма быстрого возведения в степень (binary exponentiation) в нотации $O(\log n)$ и объяснить, почему сложность логарифмическая.
10. Сформулировать, что такое полиномиальная редукция между задачами; привести пример редукции задачи SUBSET-SUM к задаче PARTITION.

Примерные задания для контрольной работы

1. Сформулировать и доказать малую теорему Ферма; продемонстрировать её работу на $a = 7, p = 13$.
2. Привести формулу $(p \vee \neg q) \rightarrow (p \wedge q)$ в конъюнктивную нормальную форму и указать, является ли полученная формула тавтологией, противоречием или выполнимой.
3. Сконструировать детерминированный конечный автомат, принимающий все двоичные строки, в которых количество единиц чётно; минимизировать автомат и указать количество состояний в минимальном варианте.
4. Для грамматики $S \rightarrow aSb \mid \varepsilon$ доказать, что она порождает язык $\{a^n b^n \mid n \geq 0\}$, и построить дерево вывода строки $aabb$.
5. Показать, что задача VERTEX-COVER принадлежит классу NP (описать сертификат и проверяющий алгоритм). Затем кратко описать полиномиальную редукцию из 3-SAT в VERTEX-COVER.

Примерные задания для семинаров

1. Преобразовать три произвольные формулы первого порядка в пренексную форму; обсудить, какие переменные стали связаны, а какие остались свободными.
2. В интуиционистской логике построить контр-модель, в которой не выполнена формула $\forall x (P(x) \vee \neg P(x))$; объяснить, почему в классической логике такой модели нет.
3. Смоделировать работу ПДА (палиндромы) на слове $ababa$, записав последовательность конфигураций (состояние, оставшийся ввод, стек).
4. Совместно составить таблицу, показывающую, как каждый шаг машины Тьюринга кодируется парой строк в задаче Post Correspondence Problem; обсудить, почему полученный набор пар решает РСР тогда и только тогда, когда исходная машина останавливается.

5. Оценить временную сложность алгоритма BFS на графе, представимом списком смежных вершин; сравнить полученный результат с оценкой $O(V + E)$ и указать, при каких отношениях между V и E сложность становится линейной, а при каких – квадратичной.

Примерные задания для коллоквиума

1. Дать определение регулярного языка.
2. Перечислить три свойства замкнутости регулярных языков.
3. Сформулировать лемму о накачке для регулярных языков.
4. Описать главное отличие детерминированного конечного автомата от недетерминированного.
5. Что такое контекстно-свободный язык? Привести пример.
6. Кратко описать структуру машины Тьюринга (состояния, лента, функция переходов, конфигурация).
7. Объясните, что означает, что задача является NP-полной, и назовите один типичный пример NP-полной задачи.
8. Сформулировать смысл полиномиальной редукции между двумя задачами и указать, какие требования к преобразованию.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция	Индикатор
1.	Дайте определение детерминированного конечного автомата (ДКА).	Пятёрка $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, где $\delta: Q \times \Sigma \rightarrow Q$ — однозначная функция переходов	ОПК-1	ОПК-1.1
2.	Постройте ДКА для языка всех строк над $\{0,1\}$, заканчивающихся на 01.	3 состояния: q_0 (начало), q_1 (после 0), q_2 (после 01, финальное)	ОПК-1	ОПК-1.2
3.	Назовите основное отличие НКА от ДКА.	НКА допускает несколько переходов по одному символу и ε -переходы	ОПК-1	ОПК-1.1
4.	Опишите алгоритм преобразования НКА в эквивалентный ДКА.	Построение подмножеств: каждое состояние ДКА — множество состояний НКА	ОПК-6	ОПК-6.1
5.	Запишите регулярное выражение для языка всех строк над $\{a,b\}$ с чётным числом a .	$(babab^*)^*$	ОПК-1	ОПК-1.2
6.	Сформулируйте лемму о накачке для регулярных языков.	Для любого регулярного языка L существует константа $p \geq 1$ такая, что любую строку w из L длиной не менее p можно разбить на xuz , где длина xu не более p , длина u	ОПК-1	ОПК-1.1

		больше 0, и для любого $i \geq 0$ строка xy^iz принадлежит L		
7.	Докажите, что язык $\{a^n b^n \mid n \geq 0\}$ не является регулярным.	Предположим, язык регулярен. Возьмём $w = a^p b^p$. По лемме $w = xyz$, где y состоит только из a . При накачке ($i \neq 1$) нарушается баланс между количеством a и b , поэтому $xy^iz \notin L$. Противоречие.	ОПК-1	ОПК-1.2
8.	Опишите алгоритм минимизации ДКА.	Объединение эквивалентных состояний через таблицу различий или алгоритм Хопкрофта	ОПК-6	ОПК-6.2
9.	Дайте определение контекстно-свободной грамматики (КСГ).	Четвёрка (V, Σ, R, S) , где все правила имеют вид $A \rightarrow \alpha$, $A \in V$	ОПК-1	ОПК-1.1
10.	Приведите КСГ для языка правильных скобочных последовательностей.	$S \rightarrow SS \mid (S) \mid \epsilon$	ОПК-1	ОПК-1.2
11.	Назовите две нормальные формы для КСГ.	Нормальная форма Хомского и нормальная форма Грейбах	ОПК-1	ОПК-1.1
12.	Опишите устройство автомата с магазинной памятью (МПА).	ДКА + стек: переходы зависят от символа ввода и вершины стека	ОПК-1	ОПК-1.2
13.	Дайте формальное определение машины Тьюринга.	Семёрка $(Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, q_{\text{acc}}, q_{\text{reject}})$, где $\delta: Q \times \Gamma \rightarrow Q \times \Gamma \times \{L, R\}$	ОПК-1	ОПК-1.1
14.	Сформулируйте тезис Чёрча-Тьюринга.	Любая интуитивно вычислимая функция вычислима на машине Тьюринга	ОПК-1	ОПК-1.1
15.	Перечислите уровни иерархии Хомского.	Тип 0 (рекурсивно перечислимые), Тип 1 (контекстно-зависимые), Тип 2 (КС), Тип 3 (регулярные)	ОПК-1	ОПК-1.1
16.	Дайте определение класса сложности P .	Класс задач, разрешимых на детерминированной МТ за полиномиальное время	ОПК-1	ОПК-1.2

17.	Дайте определение класса сложности NP.	Класс задач, проверяемых на детерминированной МТ за полиномиальное время	ОПК-1	ОПК-1.2
18.	Назовите первую доказанную NP-полную задачу.	Задача выполнимости булевых формул (SAT), теорема Кука-Левина	ОПК-1	ОПК-1.1
19.	Объясните метод полиномиальной сводимости для доказательства NP-полноты.	Если $A \in NP$ и $\forall B \in NP: B \leq_p A$, то A NP-полна; для новых задач: сводим известную NP-полную задачу	УК-2	УК-2.2
20.	Назовите три классические NP-полные задачи.	3-SAT, задача о клике, задача о вершинном покрытии / задача коммивояжёра	УК-1	УК-1.1