

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой ПМИ

_____ М.В. Коломина

_____ М.В. Коломина

«5» апреля 2024 г.

«5» апреля 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕОРИЯ СЛОЖНОСТИ**

Составитель

**Станкевич А.С., к.т.н., доцент ФИТиП, ИТМО
Корнеев А.Г., к.т.н., доцент ФИТиП, ИТМО
Нариманян Э.В., ассистент каф. ПМИ, АГУ
Белов С.В., директор ООО «ТРАСТ ПОИНТ»**

Согласовано с
работодателями

Измайлов Г.А., генеральный директор ООО «Агент Плюс»

Направление подготовки / специ-
альность

01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) ОПОП

Программирование и искусственный интеллект

Квалификация (степень)

бакалавр

Форма обучения

очная

Год приёма

2024

Курс

4

Семестр(ы)

6

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью освоения дисциплины (модуля) «Теория сложности» является ознакомление студентов с основными понятиями и методами теории вычислимости и теории вычислительной сложности.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- сформировать навык планирования своей деятельности, обоснования используемых методов и подходов;
- формирование навыков применения современного математического аппарата.
- развитие практических навыков в области теории сложности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Теория сложности» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (элективным дисциплинам) и осваивается в 6 семестре.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:

Математическая логика,

Дискретная математика,

Алгоритмы и структуры данных,

Знания: основ математической логики, комбинаторики, теории графов, основных понятий дискретной математики, основных принципов построения алгоритмов.

Умения: анализировать алгоритмы, оценивать их сложность по времени и памяти, проводить доказательства от противного.

Навыки: аргументирования, критического анализа информации, самостоятельного освоения новых знаний, работы с формальными языками и знаковыми системами.

2.3. Последующие учебные дисциплины и практики, для которых необходимы знания, умения, навыки, формируемые данной учебной дисциплиной.

Автоматическое машинное обучение,

Технологии обучения глубоких сетей,

Преддипломная практика, ВКР.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки / специальности:

б) профессиональных (ПК).

ПК-8. Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-8	ПК-8.1. Владение методами интегрального и дифференциального исчисления одной и нескольких переменных ПК-8.2. Владение методами теории линейных пространств и операторов ПК-8.3. Владение методами функционального анализа для решения сложных задач информатики	современный математический аппарат	применять методы функционального анализа для решения сложных задач информатики	навыками применения современного математического аппарата

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 4 зачетные единицы (144 часа).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной формы обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	4
Объем дисциплины в академических часах	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	54
- занятия лекционного типа, в том числе:	18
- практическая подготовка (если предусмотрена)	0
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	36
- практическая подготовка (если предусмотрена)	0
- консультация (предэкзаменационная)	0
- промежуточная аттестация по дисциплине	0
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	90
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	Диф. зачет, 6 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

для очной формы обучения

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации <i>[по семестрам]</i>
	Л		ПЗ		ЛР		КР / КП			
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП				
Семестр 6										
Теория вычислимости, Теория вычислительной сложности, часть 1	9				18			45	72	Лабораторные работы №1-3
Теория вычислимости, Теория вычислительной сложности, часть 2	9				18			45	72	Лабораторные работы №4-6
Консультации										
Контроль промежуточной аттестации										Диф. зачет
Итого за семестр:	18				36			90	144	
ИТОГО за весь период:	18				36			90	144	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; КПА – контроль промежуточной аттестации; КС – консультации; СР – самостоятельная работа

Таблица 3. Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины (модуля) и формируемых компетенций

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
		ПК-8	
Теория вычислимости, Теория вычислительной сложности, часть 1	72	+	1
Теория вычислимости, Теория вычислительной сложности, часть 2	72	+	1
Итого	144		

Краткое содержание каждой темы дисциплины (модуля)

Раздел 1.

Теория вычислимости. Разрешимость задачи. Базовые сложностные классы. Принадлежность NP. Сложностные классы, полиномиальная иерархия. Определение класса сложности

Раздел 2.

Иерархии. NL-полнота. Вероятностные вычисления. Вероятностные алгоритмы. Полиномиальная иерархия. Сведения задач

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Основной формой реализации теоретического обучения является лекция, которая представляет собой систематическое, последовательное изложение преподавателем-лектором учебного материала теоретического характера. Цель лекции – организация целенаправленной познавательной деятельности студентов по овладению программным материалом учебной дисциплины.

Порядок подготовки лекционного занятия включает в себя выполнение следующих этапов:

- изучение требований программы дисциплины;
- определение целей и задач лекции;
- разработка плана проведения лекции;
- подбор литературы (ознакомление с методической литературой, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия);
- отбор необходимого и достаточного по содержанию учебного материала;
- определение методов, приемов и средств поддержания интереса, внимания, стимулирования творческого мышления студентов;
- написание конспекта лекции.

Лекция должна включать следующие разделы:

- формулировку темы лекции;
- указание основных изучаемых разделов или вопросов и предполагаемых затрат времени на их изложение;
- изложение вводной части;
- изложение основной части лекции;
- краткие выводы по каждому из вопросов;
- заключение;
- рекомендации литературных источников по излагаемым вопросам.

Лабораторные занятия

Лабораторное занятие – целенаправленная форма организации педагогического процесса, направленная на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Они развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания студентов и выступают как средства оперативной обратной связи.

Правильно организованные лабораторные занятия ориентированы на решение следующих задач:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы теоретических знаний по дисциплине (предмету);

- формирование практических умений и навыков, необходимых в будущей профессиональной деятельности, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;
- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Состав заданий для лабораторного занятия должен быть спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством учащихся.

Лабораторные занятия должны так быть организованы, чтобы студенты ощущали нарастание сложности выполнения заданий, испытывали бы положительные эмоции от переживания собственного успеха в учении, поисками правильных и точных решений.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа – это вид учебной деятельности, которую студент совершает в установленное время и в установленном объеме индивидуально или в группе, без непосредственной помощи преподавателя (но при его контроле), руководствуясь сформированными ранее представлениями о порядке и правильности выполнения действий.

В учебном процессе образовательного учреждения выделяются два вида самостоятельной работы:

- аудиторная – выполняется на учебных занятиях, под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию (выполнение самостоятельных работ; выполнение контрольных и практических работ; решение задач);
- внеаудиторная – выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия (подготовка к аудиторным занятиям; изучение учебного материала, вынесенного на самостоятельную проработку; выполнение домашних заданий разнообразного характера; выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы; подготовка к контрольной работе). Внеаудиторные самостоятельные работы представляют собой логическое продолжение аудиторных занятий, проводятся по заданию преподавателя, который инструктирует студентов и устанавливает сроки выполнения задания.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Лекция

- Лекция – основной вид обучения в вузе.
- В лекции излагаются основные положения теории, ее понятия и законы, приводятся факты, показывающие связь теории с практикой.
- Накануне лекции необходимо повторить содержание предыдущей лекции (а также теорию по изучаемой теме в школьных учебниках геометрии, если эта тема была представлена в них), а затем посмотреть тему очередной лекции по программе (по плану лекций).

Лабораторное занятие

- Лабораторное занятие – наиболее активный вид учебных занятий в вузе. Он предполагает самостоятельную работу над лекциями и учебными пособиями.
- К каждому лабораторному занятию нужно готовиться. Подготовку следует начинать с повторения теории (по записям лекций или по учебному пособию). После этого нужно решать задачи из предложенного домашнего задания.

Организация самостоятельной работы

Самостоятельность в учебной работе способствует развитию заинтересованности студента в изучаемом материале, вырабатывает у него умение и потребность самостоятельно получать знания, что весьма важно для специалиста с высшим образованием. Самостоятельная работа студентов представлена в следующих формах:

- работа с учебной литературой и конспектом лекций с целью подготовки к лабораторным занятиям, составление конспектов тем, выносимых на самостоятельную проработку;
- систематическое выполнение домашних работ.

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся

для очной формы обучения

Номер раздела (темы)	Темы/вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов	Форма работы
Раздел 1	Теория вычислимости, Теория вычислительной сложности, часть 1	45	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам.
Раздел 2	Теория вычислимости, Теория вычислительной сложности, часть 2	45	Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам.

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины (модуля), выполняемые обучающимися самостоятельно

Лабораторная работа выполняется в рамках каждого раздела курса с целью усвоения прослушанного студентом теоретического материала.

Лабораторные работы должны быть сданы в период прочтения курса.

Сдача работы представляет собой предоставление отчета в свободной форме в письменном или электронном виде и, в случае необходимости, устные ответы на уточняющие вопросы по отдельным задачам.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине «Теория сложности» могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

6.1. Образовательные технологии

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах on-line или off-line в формах.

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Теория вычислимости, Теория вычислительной сложности, часть 1	Интерактивная лекция	Не предусмотрено	Выполнение лабораторных работ
Теория вычислимости, Теория вычислительной сложности, часть 2	Интерактивная лекция	Не предусмотрено	Выполнение лабораторных работ

6.2. Информационные технологии

При реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются следующие информационные технологии:

- система управления обучением LMS Moodle;
- использование возможностей Интернета в учебном процессе (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т.д.);
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронные библиотеки, журналы и т.д.) как источник информации;
- использование возможностей электронной почты;

- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий, применение новых технологий для проведения занятий с использованием презентаций и т.д.);
- использование интерактивных средств взаимодействия участников образовательного процесса (технологии дистанционного или открытого обучения в глобальной сети);
- использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т.е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс).

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
OpenOffice	Пакет офисных программ

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех». <https://biblio.asu.edu.ru>
2. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru.
3. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». www.biblio-online.ru
4. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем». <https://library.asu.edu.ru>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Теория сложности» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы, темы дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
1	Теория вычислимости, Теория вычислительной сложности, часть 1	ПК-8	Лабораторная работа
2	Теория вычислимости, Теория вычислительной сложности, часть 2	ПК-8	Лабораторная работа

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание по подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	не способен правильно выполнить задания

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Лабораторная работа №2

Подходы к решению NP-полных задач

1. Аппроксимационные методы.

Аппроксимационные алгоритмы предоставляют решения, которые не идеальны, но достаточно близки к оптимальным. Эти методы особенно полезны, когда точное решение требует слишком много времени.

Задание: Используя аппроксимационные методы реализуйте алгоритм решения задачи о рюкзаке.

Задача: Дано N предметов, n_i предмет имеет массу $w_i > 0$ и стоимость $p_i > 0$. Необходимо выбрать из этих предметов такой набор, чтобы суммарная масса не превосходила заданной величины W (емкость рюкзака), а суммарная стоимость была максимальной.

Лабораторная работа №3

Подходы к решению NP-полных задач

1. Рандомизированные алгоритмы.

Эти алгоритмы используют случайные процессы для решения задач. Они могут не всегда давать оптимальные решения, но часто бывают эффективными для практического использования.

Задание: реализуйте бинарное дерево поиска.

Лабораторная работа №5

Подходы к решению NP-полных задач

1. Эвристические методы.

Эвристические методы предоставляют практические решения, опираясь на интуицию или определенные правила, вместо строгих математических гарантий.

Задание: Используя алгоритм Дейкстры, найдите кратчайшие пути в графе. Докажите, что кратчайшие пути, найденные в вершинах, являются оптимальными.

Перечень вопросов, выносимых на дифференцированный зачет

1. Класс P
2. Класс NP на языке недетерминированных машин
3. Класс NP на языке сертификатов (Sigma1)
4. Сведение по Карпу
5. NP-полный язык
6. Класс coNP
7. Класс PS
8. PS-полный язык
9. Класс L
10. Класс NL
11. Вероятностные вычисления
12. Класс BPP
13. Класс RP
14. Класс ZPP
15. Интерактивное доказательство
16. Класс IP
17. Теорема о двух эквивалентных определениях NP ($NP = \Sigma_1$)
18. Задача из NPC решается за полином $\Rightarrow P = NP$
19. Соотношение между P, NP, PS
20. Соотношение между ZPP, RP, BPP
21. BPP входит в PS
22. Интерактивное доказательство для GNI
23. Теорема Кука (SAT NP-полна)
24. Теорема Ладнера (есть язык из NP, но не из P и не полный)
25. Теорема Бейкера-Гилла-Соловея (не существует релятивизирующегося доказательства $P \neq NP$)
26. Теорема Мэхени (нет редких NP-полных языков)
27. Теорема Сэвича ($PS = NPS$)
28. TQBF - PS-полная задача
29. Теорема Immermana ($NL = coNL$)
30. Теорема Лаутемана (BPP и полиномиальная иерархия)

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
ПК-8. Способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат				

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)																												
1.	Задание закрытого типа	Выберите верное утверждение. Какую задачу решает данная программа машины Тьюринга? <table border="1"><tr><td></td><td>a_0</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>...</td><td>8</td></tr><tr><td>q_1</td><td></td><td>9 Л q_1</td><td>0 Л q_2</td><td>1 Н q_0</td><td>...</td><td>7 Н q_0</td></tr><tr><td>q_2</td><td>a_0 П q_5</td><td>0 Н q_0</td><td>1 Н q_0</td><td>2 Н q_0</td><td>...</td><td>8 Н q_0</td></tr><tr><td>q_5</td><td></td><td>a_0 Н q_0</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> а. увеличение десятичного числа на единицу. Каретка обозревает произвольную цифру числа. б. уменьшение десятичного числа на единицу без корректировки незначащих нулей. Каретка обозревает произвольную цифру числа. в. увеличение десятичного числа на единицу. Каретка обозревает крайнюю правую цифру числа. г. уменьшение десятичного числа на единицу с корректировкой незначащих нулей. Каретка обозревает крайнюю правую цифру числа.		a_0	0	1	2	...	8	q_1		9 Л q_1	0 Л q_2	1 Н q_0	...	7 Н q_0	q_2	a_0 П q_5	0 Н q_0	1 Н q_0	2 Н q_0	...	8 Н q_0	q_5		a_0 Н q_0					4	2-5
		a_0	0	1	2	...	8																									
q_1			9 Л q_1	0 Л q_2	1 Н q_0	...	7 Н q_0																									
q_2	a_0 П q_5	0 Н q_0	1 Н q_0	2 Н q_0	...	8 Н q_0																										
q_5		a_0 Н q_0																														
2.	Выберите верное утверждение. Какую сложность имеет алгоритм бинарного поиска? а. $O(2^n)$ б. $O(n)$ в. $O(\log \log n)$ г. $O(n^2)$	3	1-3																													
3.	Выберите верное утверждение. Задача называется легко-разрешимой, если она решается алгоритмом... а. экспоненциальной сложности	2	1-3																													

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		б. полиномиальной сложности в. трансцендентной сложности г. линейной сложности		
4.		Выберите верное утверждение. Какой графический примитив изображён на рисунке?  а. Блок модификации б. Границы цикла в. Вызов подпрограммы г. Межстраничный соединитель	2	1-3
5.		Выберите верные утверждения. Как называется форма графической записи алгоритмов, изображенная на рисунке?  а. Диаграмма Насси-Шнейдермана б. Структурограмма в. Диаграмма Венна г. Блок-схема	а, б	2-5
6.	Задание открытого типа	Сформулируйте теорему Кука. Что лежит в основе доказательства теоремы Кука?	Теорема Кука — Левина (также просто теорема Кука) утверждает, что задача о выполнимости булевой формулы в КНФ (SAT) является NP-полной. Доказательство этой теоремы, полученное Стивеном Куком в его фундамен-	8-10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			тальной работе в 1971 году, стало одним из первых важнейших результатов теории NP-полных задач. Независимо в то же время эта теорема была доказана советским математиком Леонидом Левиным. В доказательстве теоремы Кука каждая задача из класса NP в явном виде сводится к SAT. С. Кук (S. Cook) определил класс NP задач распознавания свойств следующим образом. Задача принадлежит классу NP, если: 1. решением задачи является один из двух ответов: «да» или «нет» (задача распознавания свойств); 2. требуемый ответ может быть получен на недетерминированном вычислительном устройстве за полиномиальное время. Этот класс, как позже показал Р. Карп (R. Karp), в свою очередь содержит в себе другой широкий класс задач, названный Карпом NP-полные задачи, или NPC, сводимые в пределах этого класса одна к другой.	
7.		Дайте определение классу ZPP.	Классом ZPP называется множество языков, для которых существует вероятностная машина Тьюринга такая, что математическое ожидание времени ее работы на входе длины n равно $O(poly(n))$. $ZPP = \{L \exists m: L(m), E(T(m(x))) = O(poly(x))\}$	3-5
8.		Что понимают под «машиной с оракулом» в теории вычислений и теории сложности?	В теории вычислений и теории сложности "машиной с оракулом" называют абстрактную машину, предназначенную для решения какой-либо проблемы разрешимости. Такая машина может быть представлена как машина Тьюринга, дополненная оракулом с неизвестным внутренним устройством. Постулируется, что оракул способен решить определенные проблемы разрешимости за один такт машины Тьюринга. Машина Тьюринга взаимодействует с оракулом путем записи на свою ленту входных данных для оракула и затем его запуском на исполнение. За один шаг оракул вычисляет функцию, стирает входные	8-10

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			данные и пишет выходные данные на ленту. Иногда машина Тьюринга описывается как имеющая две ленты, одна предназначена для входных данных оракула, другая — для выходных.	
9.		Дайте определение недетерминированной машины Тьюринга.	Недетерминированная машина Тьюринга (НМТ) — машина Тьюринга, управляющее устройство которой представляет собой недетерминированный конечный автомат, то есть из каждого состояния может быть несколько переходов по одному и тому же символу на входной ленте. Такая машина допускает слово, если существует последовательность переходов, переводящая машину в допускающее состояние. В связи с этим есть несколько вариантов представления работы НМТ: Можно считать, что машина «очень удачлива», то есть если есть способ попасть в допускающее состояние, то машина всегда делает верный выбор пути. Если есть несколько вариантов пути, то машина делится на копии, каждая из которых следует по одному из возможных переходов. Слово считается допущенным, если его допускает хотя бы одна из копий.	8-10
10.		Дайте определение классу P.	Класс P — класс языков (задач), разрешимых на детерминированной машине Тьюринга за полиминальное время, то есть: $P = \bigcup^{p \in poly} DTIME(p(n)).$	5-8
11.	Задание комбинированного типа	<i>Верно ли утверждение: интерактивные протоколы делятся на два типа: прямые монеты и обратные монеты.</i> <i>Поясните ответ.</i>	Утверждение неверно. Интерактивные протоколы делятся на два типа в зависимости от доступа PP к вероятностной ленте VV: 1. public coins (русс. <i>открытые монеты</i>) — PP может видеть вероятностную ленту VV; 2. private coins (русс. <i>закрытые монеты</i>) — PP не может видеть вероятностную ленту VV.	5-8

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Лабораторные работы	6/15	90	
Всего			90	-
Блок бонусов				
2.	Посещение занятий		5	
3.	Своевременное выполнение всех заданий		5	
Всего			10	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине

По десятибалльной шкале		
Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

При реализации дисциплины в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Основная литература

1. Hopcroft J. E., Motwani R., Ullman J. D. Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation (3rd Edition). — Addison-Wesley, Boston, MA, USA, 2006. — 750 с.
2. Шень А. Программирование: теоремы и задачи. — М.: МЦНМО, 2014. — 296 с.
3. Шень А., Верещагин Н. Языки и исчисления. — М.: МЦНМО, 2012. — 240 с.
4. Верещагин, Н. К. Колмогоровская сложность и алгоритмическая случайность [Электронный ресурс] / Н. К. Верещагин, В. А. Успенский, А. Шень. — Электрон. дан. — СПб: Лань, 2013. — 575 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56395> — Загл. с экрана.
5. Вирт, Н. Алгоритмы и структуры данных / Н. Вирт; пер. с англ. Ф. В. Ткачева. - 3-е изд. - Москва : ДМК Пресс, 2023 - 274 с. - ISBN 978-5-89818-313-4. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785898183134.html> (ЭБС «Консультант студента»).

8.2. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся:

1. Кривцова, И. Е. Основы дискретной математики. Часть 1. Учебное пособие [Электронный ресурс] / И. Е. Кривцова, И. С. Лебедев, А. В. Настека. — Электрон. дан. — СПб: ИТМО, 2016. — 92 с. — Режим доступа: http://books.ifmo.ru/book/1869/osnovy_diskretnoy_matematiki_chast_1_uchebnoe_posobie.htm — Загл. с экрана.
2. Теория информации и кодирования : учебное пособие / М. Ю. Конышев, П. Ю. Пушкин, Ю. А. Лежнина [и др.] ; под редакцией М. Ю. Конышева. — Москва : РТУ МИРЭА,

2024. — 308 с. — ISBN 978-5-7339-2232-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/421145>

8.3. Дополнительная литература

Вики-конспекты. — http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Заглавная_страница

8.4. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»: <https://library.asu.edu.ru>
2. Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС): <http://mars.arbicon.ru>
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для проведения **лекционных занятий**:

1. Используется аудитория, оборудованная необходимым количеством столов, стульев, доской маркерной и электронной.
2. Аудитория должна иметь следующие нормы освещенности
 - СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» норма освещенности аудиторий ВУЗов 400 Лк.
 - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» пункт 3.3.3. «Общее освещение в помещениях общественных зданий должно быть равномерным».
3. Электронная доска должна быть подключена к сети Интернет.

Для проведения **лабораторных занятий**:

1. Лабораторные занятия проводятся с группами или подгруппами не более 15 человек.
2. Аудитория должна быть оснащена необходимым количеством столов, стульев, доской маркерной и электронной.
4. Аудитория должна иметь следующие нормы освещенности
 - СНиП 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение» норма освещенности аудиторий ВУЗов 400 Лк.
 - СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий» пункт 3.3.3. «Общее освещение в помещениях общественных зданий должно быть равномерным».
5. В аудитории должно быть не менее 15 компьютеров, находящихся в исправном состоянии.
6. Расположение компьютеров в аудитории должно позволять преподавателю подойти к рабочему месту студента.
7. Компьютеры должны быть соединены локальной сетью со скоростью не менее 1 Гбит/с и подключены к сети Интернет.
8. Компьютеры должны обладать минимальными характеристиками:
 - Объем оперативной памяти 16 Гб
 - Накопитель SDD 500 Гб
 - Процессор 12th Gen Intel(R) Core(TM) i3-12100
 - Видеоадаптер Intel(R) UHD Graphics 730

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами,

или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).