ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра теории упругости и вычислительной математики

имени академика А.С. Космодамианского

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по научно-методической
и учебной работе
______________ Е.И. Скафа
«22» апреля 2020 г.
МП

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕОРИЯ АЛГОРИТМОВ»

Направление подготовки:	01.03.02 Прикладная математика и информатика
Образовательная программа:	бакалавриат
Квалификация:	Академический бакалавр
Форма обучения:	<u>очная,</u> очно-заочная, заочная, <u>в том числе с ускоренным сроком обучения</u> нужное подчеркнуть

Донецк 2020

УТВЕРЖДАЮ:
Декан факультета математики
и информационных технологий
______________ И. А. Моисеенко
«16» апреля 2020
МП

Программа учебной дисциплины «Теория алгоритмов» составлена на основании Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ГОС ВПО) Донецкой Народной Республики (ДНР) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР от «04» апреля 2016 г. № 280;
Порядка организации учебного процесса в образовательных организациях высшего профессионального образования Донецкой Народной Республики, утвержденного приказом Министерства образования и науки ДНР № 1171 от «10» ноября 2017 г.;
учебного плана и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика, разработанных в ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет».

Разработчик:
Доцент кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского ______________ В.Н. Неспирный

Программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского

Протокол № 11 от «9» апреля 2020 г.
Заведующий кафедрой ______________ В.И. Сторожев

Программа учебной дисциплины одобрена учебно-методической комиссией факультета математики и информационных технологий
Протокол № 8 от «15» апреля 2020 г.

Председатель учебно-методической комиссии факультета ______________ ______ Л.И. Селякова

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Учебная дисциплина «Теория алгоритмов» относится к вариативной части профессионального блока. Содержание дисциплины основано на следующих дисциплинах:

- «Основы информатики»;
- «Дискретная математика»;
- «Математическая логика и теория множеств»;
- «Теория автоматов и формальных языков»;
- «Алгоритмы и структуры данных».

Знания, полученные при освоении учебной дисциплины «Теория алгоритмов», частично используются в дисциплинах

- «Методика обучения информатике»;
- «Современные проблемы прикладной математики и информатики» (магистерская программа);
- Параллельное программирование (магистерская программа),

но не являются критическими для их успешного освоения.

2. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика учебной дисциплины				
Направление подготовки	01.03.02 Прикладная математика и информатика			
Профиль	Общий			
Образовательная программа	бакалавриат			
Квалификация	Академический бакалавр			
Количество содержательных модулей	5			
Дисциплина базовой / вариативной части образовательной программы	Вариативная часть профессионального блока			
Формы контроля (МК, экзамен, зачет)	МК, зачет			
Показатели	очная форма обучения		заочная форма обучения	
	нормат. срок	ускор. срок	нормат. срок	ускор. срок
Количество зачетных единиц (кредитов)	3	3		
Год подготовки	3	2		
Семестр	6	4		
Количество часов	108	108		
- лекционных	34	34		
- практических, семинарских	-	-		
- лабораторных	17	17		
- самостоятельной работы	57	57		
в т.ч. индивидуальное задание	-	-		
Недельное количество часов,	7	7		
в т.ч. аудиторных	3	3		

3. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи

Целью изучения дисциплины «Теория алгоритмов» является освоения аппарата для изучения алгоритмической разрешимости четко и корректно поставленных задач, которые могут возникать в различных сферах деятельности, а также сравнения различных алгоритмов, решающих некоторую разрешимую задачу. Для достижения этой цели в рамках курса дается формальное определение понятия алгоритм, интуитивно понятного для студента и используемого в неформальном виде в рамках других учебных дисциплин, изучаются общие свойства и закономерности алгоритмов и разнообразные формальные модели их представления.

К основным задачам, которые решаются при изучении дисциплины, относятся:

- формализация понятия «алгоритм» и исследование формальных алгоритмических систем;
- освоение методов формального доказательство корректности заданного алгоритма;
- формальное доказательство алгоритмической неразрешимости ряда задач;
- классификация задач, определение и исследование классов сложности;
- анализ сложности алгоритмов;
- получение явных функций трудоемкости в целях сравнительного анализа алгоритмов;
- разработка критериев сравнительной оценки качества алгоритмов.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- базовые модели вычислений;
- понятия вычислимости функций и разрешимости отношений;
- примеры алгоритмически неразрешимых задач;

уметь:

- строить корректные тьюринговы программы для решения задач;
- доказывать корректность тьюринговой программы;
- конструктивно доказывать частичную-рекурсивность функций;
- определять пространственную и временную сложность алгоритма и задачи в заданных моделях вычислений;

владеть:

- математическим аппаратом теории алгоритмов;
- методами доказательства утверждений в этой области;
- навыками алгоритмизации задач;
- приемами определения пространственной и временной сложности алгоритма и задачи в заданных моделях вычислений.

<u>Требования к результатам освоения дисциплины.</u> Процесс изучения дисциплины «Теория алгоритмов» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ГОС ВПО ДНР по направлению подготовки «01.03.02 Прикладная математика и информатика» и основной образовательной программы высшего профессионального образования направления подготовки «01.03.02 Прикладная математика и информатика» (Профиль: Общий):

а) *общекультурных (ОК):*

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

б) *общепрофессиональных (ОПК):*

- способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой (ОПК-1);;

- способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОПК-2);;

- способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям (ОПК-3);

в) профессиональных (ПК):

- способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям (ПК-1);
- способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппара (ПК-2);
- способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения (ПК-7);
- способность составлять и контролировать план выполняемой работы, планировать необходимые для выполнения работы ресурсы, оценивать результаты собственной работы (ПК-9);
- способность к реализации решений, направленных на поддержку социально-значимых проектов, на повышение информационной грамотности населения, обеспечения общедоступности информационных услуг (ПК-10);
- способность применять существующие и разрабатывать новые методы и средства обучения (ПК-13).

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- базовые модели вычислений;
- понятия вычислимости функций и разрешимости отношений;
- примеры алгоритмически неразрешимых задач;

уметь:

- строить корректные тьюринговы программы для решения задач;
- доказывать корректность тьюринговой программы;
- конструктивно доказывать частичную-рекурсивность функций;
- определять пространственную и временную сложность алгоритма и задачи в заданных моделях вычислений;

владеть:

- математическим аппаратом теории алгоритмов;
- методами доказательства утверждений в этой области;
- навыками алгоритмизации задач;
- приемами определения пространственной и временной сложности алгоритма и задачи в заданных моделях вычислений.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Порядковый номер и тема	**Краткое содержание темы**
Содержательный модуль 1. Машина Тьюринга.	
Тема 1. Введение в теорию алгоритмов	Понятие алгоритма. Исторические сведения. Требования к алгоритмам. Основные типы алгоритмических моделей. Тезис Черча-Тьюринга (физическая и сильная формулировка).
Тема 2. Машина Тьюринга	Представление информации. Определение программы. Тьюрингова модель переработки информации. Стандартная заключительная конфигурация. Односторонние машины Тьюринга. Последовательная и параллельная композиции машин Тьюринга. Алгебра тьюринговых программ.
Тема 3. Методика доказательства правильности программ	Сведение вопроса о корректности алгоритма к частичной корректности и проблеме останова. Доказательство частичной корректности.

Тема 4. Вычислимость, перечислимость и разрешимость	Определение полуразрешимости, разрешимости, перечислимости множеств и вычислимости функций по Тьюрингу. Связь между перечислимостью и разрешимостью, перечислимостью и вычислимостью.
Содержательный модуль 2. Частично-рекурсивные функции.	
Тема 5. Частично-рекурсивные функции	Понятие частично-рекурсивной функции. Примитивно рекурсивные, частично-рекурсивные и общерекурсивные функции. Рекурсивность табличных функций, ограниченная минимизация, рекурсивность нумерационных функций, совместная рекурсия. Примеры общерекурсивных функций, не являющихся примитивно-рекурсивными.
Тема 6. Эквивалентность модели Тьюринга и частично-рекурсивных функций	Теорема о вычислимости частично-рекурсивных функций по Тьюрингу. Лемма о базисных функциях. Лемма о суперпозиции. Лемма о примитивной рекурсии. Лемма о минимизации. Обратная теорема.
Содержательный модуль 3. Разрешимость и алгоритмическая сложность задач	
Тема 7. Алгоритмически неразрешимые задачи	Универсальная машина Тьюринга. Определение алгоритмически неразрешимых задач. Неразрешимость проблем самоприменимости, останова, остановки в нуле, эквивалентности алгоритмов, оптимизации текста программы. Теорема Райса-Успенского. Примеры невычислимых функций. Несуществование универсальной тотально вычислимой функции.
Тема 8. Измерение алгоритмической сложности задач	Пространственная и временная сложность задач. Классы сложности алгоритмов. Классы P, NP и EXP. Соотношение между классами P, NP. EXP. Проблема P = NP. Сводимость по Карпу и понятие NP-полноты. Примеры NP-полных задач: выполнимость булевой формулы, 0-1-линейное программирование, нахождение максимального независимого множества в графе, раскраска графа, поиск гамильтонова пути.
Содержательный модуль 4. Альтернативные модели вычислений	
Тема 9. Абак	Определение информационной модели и модели вычислений абака. Формы записи программы. Реализация основных арифметических операций. Примеры неразрешимых функций.
Тема 10. Нормальные алгорифмы Маркова	Подстановки. Применимость правил и применимость алгорифма. Определение и правила выполнения НАМ. Композиция алгорифмов. Нормально вычислимые функции. Самоприменимость и эквивалентность НАМ. Эквивалентность моделей НАМ и машина Тьюринга.
Тема 11. Равнодоступная адресная машина	Архитектура памяти РАМ. Команды РАМ. Типы адресации и виды операндов. Примеры РАМ-программ. Вычислимость в модели РАМ частично-рекурсивных функций. Оценка вычислительной сложности РАМ-программ (равномерный и логарифмический вес команд).
Содержательный модуль 5. λ-исчисление Чёрча	
Тема 12. Основы λ-исчисления	Определение λ-термов. Свободные и связанные переменные. Подстановка. Нотация Де Брейна. Редукция термов. Теорема Черча-Россера. Стратегии редукции. Нормальный порядок вычислений
Тема 13. Программирование в λ-исчислении	Представление данных в λ-исчислении. Комбинатор неподвижной точки и рекурсия. Локальные объявления. Комбинаторная логика.

Тематический план

Названия содержательных модулей и тем	Количество часов																						
	Очная форма обучения												Заочная форма обучения										
	Нормативный срок обучения						Ускоренный срок обучения						Нормативный срок обучения						Ускоренный срок обучения				
	всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.					всего	в т.ч.			
		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная работа		лекции	практические	лабораторные	самостоятельная работа	индивидуальная		лекции	практические	самостоятельная работа	индивидуальная
Тема 1. Введение в теорию алгоритмов	6	2		1	3		6	2		1	3												
Тема 2. Машина Тьюринга	7	2		1	4		7	2		1	4												
Тема 3. Методика доказательства правильности программ	6	2		1	4		6	2		1	3												
Тема 4. Вычислимость, перечислимость и разрешимость	6	2		1	3		6	2		1	4												
Итого по содержательному модулю 1	**26**	**8**		**4**	**14**		**26**	**8**		**4**	**14**												
Тема 5. Частично-рекурсивные функции	11	4		2	6		11	4		2	6												
Тема 6. Эквивалентность модели Тьюринга и частично-рекурсивных функций	7	2		1	4		7	2		1	4												
Итого по содержательному модулю 2	**19**	**6**		**3**	**10**		**19**	**6**		**3**	**10**												

Тема 7. Алгоритмически неразрешимые задачи	7	2		1	4		7	2		1	4												
Тема 8. Измерение алгоритмической сложности задач	12	4		2	6		12	4		2	6												
Итого по содержательному модулю 3	**19**	**6**		**3**	**10**		**19**	**6**		**3**	**10**												
Тема 9. Абак	6	2		1	3		6	2		1	3												
Тема 10. Нормальные алгорифмы Маркова	7	2		1	4		7	2		1	4												
Тема 11. Равнодоступная адресная машина	12	4		2	6		12	4		2	6												
Итого по содержательному модулю 4	**25**	**8**		**4**	**13**		**25**	**8**		**4**	**13**												
Тема 12. Основы λ-исчисления	12	4		2	6		12	4		2	6												
Тема 13. Программирование в λ-исчислении	7	2		1	4		7	2		1	4												
Итого по содержательному модулю 5	**19**	**6**		**3**	**10**		**19**	**6**		**3**	**10**												
Всего по дисциплине	**108**	**34**		**17**	**57**		**108**	**34**		**17**	**57**												

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕКЦИОННЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Темы лекционных занятий

№ п/п	*Название темы*	*Количество часов*
1	Введение в теорию алгоритмов	2
2	Машина Тьюринга	2
3	Методика доказательства правильности программ	2
4	Вычислимость, перечислимость и разрешимость	2
5	Частично-рекурсивные функции	2
6	Примеры рекурсивных функций	2
7	Эквивалентность модели Тьюринга и частично-рекурсивных функций	2
8	Алгоритмически неразрешимые задачи	2
9	Измерение алгоритмической сложности задач	2
10	Сводимость по Карпу и понятие NP-полноты. Примеры NP-полных задач	2
11	Абак	2
12	Нормальные алгорифмы Маркова	2
13	Равнодоступная адресная машина	2
14	Вычислительная сложность РАМ-программ	2
15	Основы λ-исчисления	2
16	Стратегии редукции. Нормальный порядок вычислений	2
17	Программирование в λ-исчислении	2
	ВСЕГО	**34**

Темы лабораторных занятий

№ п/п	*Название темы*	*Количество часов*
1	Задача решения диофантового уравнение. Алгоритм решения линейного диофантового уравнения.	1
2	Составление программ для машины Тьюринга (перемещение автомата, замена символов, анализ символов, сравнение символов, стирание слова, удаление символа, сжатие слова, вставка символа, раздвижка слова, формирование слова на новом месте, фиксирование места на ленте)	1
3	Доказательство правильности алгоритмов (расширенный алгоритм Евклида, корректность тьюринговых программ)	1
4	Разрешимость, полуразрешимость и перечислимость множеств, вычислимость функций	1
5	Вычисление функций по их частично-рекурсивным выражениям	1
6	Вывод основных арифметических функций из базисных частично-рекурсивных функций	1
7	Построение машины Тьюринга по заданной частично-рекурсивной функции	1
8	Доказательство неразрешимости задач методом сведения	1

9	Определение вычислительной и пространственной сложности алгоритмов. Вычисление сложности рекурсивных алгоритмов	1
10	Доказательство NP-полноты задач методом сведения	1
11	Реализация основных арифметических операций на абаке	1
12	Составление нормальных алгорифмов Маркова (вставка, удаление и перестановка символов, использование спецзнака, смена спецзнака, перенос символа через слово)	1
13	Составление программ для равнодоступной адресной машины	1
14	Определение вычислительной и пространственной сложности РАМ-программ с равномерный и логарифмическим весом	1
15	Работа с λ-термами. Выявление свободных и связанных переменных. Применение, абстракция, подстановка	1
16	Редукция термов. Приведение к нормальной форме	1
17	Написание самовоспроизводящихся программ с помощью комбинатора неподвижной точки	1
	ВСЕГО	**17**

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Организация самостоятельной работы студентов

№ п/п	***Название темы***	***Количество часов***
1	Основатели теории алгоритмов – Клини, Черч, Пост, Тьюринг. Первая проблема Гильберта	3
2	Машина Поста. Недетерминированная машина Тьюринга	4
3	Формальные аксиоматические теории. Проблема полноты формальной системы. Теорема Геделя	4
4	Универсальные вычислимые функции	3
5	Примитивно-рекурсивные множества. Другие виды рекурсии	6
6	Вычислимость с оракулом. Оценка скорости роста примитивно-рекурсивной функции	4
7	Проблемы алгоритмической разрешимости в математике	4
8	Вероятностные и приближенные алгоритмы NP-полных задач	6
9	Машины Минского	3
10	Нормальные алгорифмы Маркова и ассоциативные исчисления в исследованиях по искусственному интеллекту	4
11	Модификации РАМ. Модель с хранимой программой. Гарвардская и принстонская архитектура ЭВМ.	6
12	Каррирование. Полиморфное и типизированное лямбда-исчисление	6
13	Применение лямбда-исчисления в функциональном программировании	4
	ВСЕГО	

7. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Индивидуальная работа №1

«Машина Тьюринга и частично-рекурсивные функции»

Цель: получение практических навыков в составлении программ для машины Тьюринга, а также построения частично-рекурсивных выражений для функций, заданных в аналитической форме.

Задание 1. Построить машину Тьюринга для решения следующей задачи:

Вариант 1. *A* = { *a, b, c*} . Приписать к слову *P* слева символ *c*. $\bar{\lambda}P\lambda \rightarrow \bar{\lambda}cP\lambda$.

Задание 2. Построить машину Тьюринга для решения следующей задачи:

Вариант 1. *A* = { *a, b*} . Определить, является ли слово *P* палиндромом (симметричным словом). Ответ: *a* (да) или пустое слово (нет). $\bar{\lambda}P\lambda \rightarrow \lambda P\bar{\lambda}\text{ответ}\lambda$.

Задание 3. Построить машину Тьюринга для решения следующей задачи:

Вариант 1. *A* = { *a, b*} . Удвоить слово *P*. $\bar{\lambda}P\lambda \rightarrow \bar{\lambda}PP\lambda$.

Задание 4. Построить машину Тьюринга для решения следующей задачи:

Вариант 1. *A* = { *a, b,* 0, 1} . Определить, является ли слово *P* правильным идентификатором (непустым словом, начинающимся с буквы). Ответ: 1 (да) или 0 (нет). $\bar{\lambda}P\lambda \rightarrow \lambda P\bar{\lambda}\text{ответ}\lambda$.

Задание 5. Докажите, что заданная функция является частично-рекурсивной. Запишите ее явное выражение через базисные функции.

Вариант 1. $f(x) = x!$

Индивидуальная работа №2

«Альтернативные модели вычислений»

Цель: получение практических навыков в составлении программ для абака, РАМ-машины, а также нормальных алгорифмов Маркова.

Задание 1. Абак

Вариант 1. Напишите программу для абака, вычисляющую модуль разности двух заданных чисел.

Задание 2. Нормальный алгорифм Маркова

Вариант 1. Составьте алгорифм Маркова, который заменяет в слове *P* все вхождения ph на f. Алфавит *A* = { f, h, p} .

Задание 3. Нормальный алгорифм Маркова

Вариант 1. Составить алгорифм Маркова, определяющий, каких символов (a или b) больше в слове *P*. Ответ (выходное слово): слово a, если больше символов a, слово b, если больше символов b, пустое слово – если поровну. Алфавит: *A* = { a, b} .

Задание 4. Нормальный алгорифм Маркова

Вариант 1. Составить алгорифм Маркова, удаляющий из непустого слова *P* его последний символ. Алфавит *A* = { a, b, c} .

Задания 5. Равнодоступная адресная машина

Вариант 1. Написать РАМ-программу, вычисляющую $n!$ (факториал). На вход подается число n.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

1. Дайте определение машины Тьюринга.
2. Опишите принципы функционирования машины Тьюринга.
3. Приведите пример программы для машины Тьюринга.
4. В чем заключается тезис Черча-Тьюринга?
5. Какие функции являются вычислимыми на машине Тьюринга.
6. Приведите пример невычислимой функции.
7. Как может использоваться машина Тьюринга при доказательстве вычислимости?
8. Дайте определение примитивно-рекурсивной функции.
9. Перечислите базисные функции.
10. Укажите правила построения примитивно-рекурсивных функций.
11. Какие множества называются примитивно-рекурсивными?
12. Как соотносится множество примитивно-рекурсивных функций с множеством вычислимых функций на машине Тьюринга?
13. Приведите пример функции, которая не является примитивно-рекурсивной.
14. Укажите способ кодирования алфавита машины Тьюринга.
15. Укажите способ кодирования конфигураций машины Тьюринга.
16. Как преобразуются четверки, определяющие конфигурацию, при выполнении команд машины Тьюринга?
17. Покажите, что реализация машине Тьюринга произвольной функции одного аргумента представленного в унарной записи определяется частично-рекурсивной функцией.
18. Какие задачи называются разрешимыми и полуразрешимыми?
19. Приведите пример неразрешимой задачи.
20. Дайте определение самоприменимости алгоритма.
21. В чем заключается проблема останова?
22. Дайте определение временной сложности алгоритма.
23. Дайте определение пространственной сложности алгоритма.
24. Перечислите основные асимптотические обозначения, применяемые при оценки сложности алгоритмов.
25. Дайте определение классов задач P и EXP.
26. Дайте определение класса NP в терминах программ для детерминированной и недетерминированной машин Тьюринга.
27. Перечислите задачи, которые относятся к классу NP.
28. Как соотносятся между собой классы задач P и NP?
29. Дайте определение полиномиальной сводимости по Карпу одного языка к другому.
30. Перечислите основные свойства сводимости по Карпу.

9. ОБРАЗЕЦ МОДУЛЬНОГО КОНТРОЛЯ

ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и информационных технологий

Направление подготовки:	***01.03.02 Прикладная математика и информатика***
Профиль:	
Программа подготовки:	***бакалавриат***
Семестр	***6***
Учебная дисциплина	***Теория алгоритмов***

МОДУЛЬНАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

1. Что необходимо определить для того, чтобы задать машину Тьюринга?
2. Где записываются исходные данные, предназначенные для обработки машиной Тьюринга?
3. Как называется утверждение о том, что любая интуитивно вычислимая функция может быть вычислена с помощью машины Тьюринга или другой эквивалентной ей модели вычислений?
4. Какие два утверждения необходимо доказать для доказательства правильности алгоритма необходимо доказать следующие два утверждения?
5. Дайте определение полуразрешимого отношения.
6. Дайте определение разрешимого отношения и укажите связь с полуразрешимыми отношениями.
7. Дайте определение вычислимой функции
8. Пусть машина Тьюринга находится в конфигурации AqaB и известно, что δ(q, a) = (r, b, R), где δ - функция перехода. В какой конфигурации она будет находиться в следующий момент?
9. Пусть машина Тьюринга находится в конфигурации Aq и известно, что δ(q, a) = (r, b, R), где δ - функция перехода. В какой конфигурации она будет находиться в следующий момент?
10. Укажите связь между вычислимыми, константными и всюду определенными функциями.
11. Какая есть связь между вычислимостью функций f(x), g(x) = f(x) + 1 и h(x) = f(x)-1 (не определённая, если f(x)=0)/
12. Укажите связь между конечными и разрешимыми множествами, а также перечислите основные операции относительно которых замкнуты разрешимые множества.
13. Перечислите базисные частично-рекурсивные функции.
14. Какие основные операторы позволяют строить из частично-рекурсивных функции строить более сложные частично-рекурсивные функции?
15. Какие отношения существуют между примитивно-рекурсивными, общерекурсивными, частично-рекурсивными и всюду определенными функциями?
16. Пусть заданы три функции: $f(x,y,z) = x\,y + z$, $g(x,y) = 2\,x + y$, $h(x) = 2\,x^2$. Какую функцию задает выражение $F = [f{:}\,[g{:}\,I_1^2, I_1^2], I_1^2, [h{:}\,I_2^2]]$?
17. Постройте выражение, которое задает примитивно-рекурсивное описание функции $f(x) = x^2 + x$?
18. Перечислите не менее трех задач, которые являются являются алгоритмически неразрешимыми.
19. В каком виде может храниться информация в ячейках памяти абака?
20. Какие элементарные операции может выполнять управляющее устройство абака?
21. В каком виде представляется информация, обрабатываемая нормальным алгорифмом Маркова?
22. Какие виды правил существуют для нормального алгорифма Маркова?
23. Каково соотношение между моделями вычислений машина Тьюринга и алгорифм Маркова по их алгоритмической выразительности?
24. Что можно хранить в регистрах равнодоступной адресной машины?
25. Каким будет логарифмический вес команды STORE *10, если в сумматоре находится значение 6, регистре 10 - значение 25, а в регистре 25 – значение 14?

Утверждено на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского, протокол № ___ от «_____» __________ 20_____ г.

Заведующий кафедрой _______________ В.И. Сторожев
Преподаватель _______________ В.Н. Неспирный

Критерии оценивания модульного контроля

Номер задания	*Количество баллов*
1, 4-6, 10-18, 23, 25	по 2 балла
2-3, 7-9, 19-22, 24	по 1 баллу
Всего	***40 баллов***

10. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

По курсу предполагается проведение промежуточной аттестации в виде модульного контроля, выполнения двух индивидуальных работ и зачета.

Каждая из индивидуальных работ оценивается исходя из максимальных 25 баллов. Модульный контроль (тестовое задание, 20-25 вопросов по различным темам) оценивается исходя из максимальных 40 баллов. Индивидуальная творческая работа студентов предполагает подготовку доклада или реферата на одну из тем, представленных в разделе 6 настоящей рабочей программы, и оценивается в 10 баллов.

Зачет сдают студенты с целью повышения рейтинга. Оценка за семестр вычисляется как максимальная из полученных за семестр и на зачете и выставляется согласно шкале, принятой в ДонНУ.

Распределение баллов, которые могут получить студенты в процессе изучения дисциплины

Организационно-учебная работа студента	**СРС**			**Всего**
	Индивидуальная работа	**Модульный контроль**	**Индивидуальная творческая работа**	
Max 0 баллов	max 50 баллов	max 40 баллов	max 10 баллов	100 баллов
			подготовка доклада или реферата	

Шкала соответствия баллов национальной шкале

Оценка по шкале ECTS	**Оценка по 100-балльной шкале**	**Оценка по государственной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)**	**Оценка по государственной шкале (зачет)**
A	90-100	5 (отлично)	зачтено
B	80-89	4 (хорошо)	зачтено
C	75-79	4 (хорошо)	зачтено
D	70-74	3 (удовлетворительно)	зачтено
E	60-69	3 (удовлетворительно)	зачтено
FX	35-59	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи	не зачтено
F	0-34	2 (неудовлетворительно) с возможностью повторной сдачи при условии обязательного набора дополнительных баллов	не зачтено

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной доской и/или мультимедийной техникой. Лабораторные занятия проводятся в учебных классах, оснащенных доской.

12. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

№ п/п	Наименование	Кол-во экземпляров в библиотеке ДонНУ	Наличие электронной версии в ЭБС
	Основная литература		
1.	Алексеев В.Е., Таланов В.А. Графы. Модели вычислений. Структуры данных: Учебник. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2005. 307 с.	3	0
2.	Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Построение и анализ вычислительных алгоритмов. – М: Мир, 1979. – 536 с.	0	0
3.	Барендрегт Х. Ламбда-исчисление. Его синтаксис и семантика: Пер. с англ. — М.: Мир, 1985. — 606 с	2	0
4.	Верещагин Н.К., Шень А. Лекции по математической логике и теории алгоритмов. Часть 3. Вычислимые функции. – М.: МЦМНО, 1999. 176 с.	0	0
5.	Дехтярь М.И. Лекции по дискретной математике : учебное пособие / М. И. Дехтярь. - Москва : Интернет - Ун-т информ. технологий : БИНОМ. Лаб. знаний, 2007. - 259 с	1	0
6.	Игошин В. И. Математическая логика и теория алгоритмов. – М.: ИЦ Академия, 2008. – 448 с.	54	0
7.	Когабаев Н. Т. Лекции по теории алгоритмов. – Новосибирск: Изд. НГУ, 2009. – 107 с.	0	0
8.	Машина Тьюринга и алгоритмы Маркова. Решение задач. / Пильщиков В.Н., Абрамов В.Г., Вылиток А.А., Горячая И.В. (Учебно-методическое пособие) – М.: МГУ, 2006. – 47 с.	0	0
	Дополнительная литература		
9.	Брагилевский В.Н. Лекции по теории алгоритмов. – [Электронный ресурс] – URL: http://gsom.spbu.ru/images/cms/data/teoriya_algoritmov.pdf	0	0
10.	Гринченков Д. В., Потоцкий С. И. Математическая логика и теория алгоритмов для программистов. – М: Кнорус, 2010 – 208 с.	0	0
11.	Игошин В. И. Задачи и упражнения по математической логике и теории алгоритмов. – М.: ИЦ Академия, 2007. – 304 с.	0	0
12.	Катленд Н. Вычислимость. Введение в теорию рекурсивных функций – М.:Мир, 1983. 256с/	2	0
13.	Кнут Д. Искусство программирования: в 4 т. – 3-е изд. – М.: Вильямс, 2006. – Том 1. Основные алгоритмы.	8	0
14.	Колмогоров А. Н., Драгалин А. Г. Математическая логика.Дополнительные главы – М.: УРСС, 2013. – 240 с.	14	0
15.	Алгоритмы. Построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. – М.: Вильямс, 2011. – 1296 с.	0	0
16.	Лавров, И. А. Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов / И. А.	49	0

	Лавров, Л. Л. Максимова. – 2-е изд. – М. : Наука, 1984. - 223 с.		
17.	Левитин А. В. Алгоритмы: введение в разработку и анализ. – М.: Вильямс, 2006. — 576 с.	0	0
18.	Мендельсон Э. Введение в математическую логику. – М: Наука, 1976. – 320 с.	15	0
19.	Минский М. Вычисления и автоматы / М.Минский – М.:Мир, 1971. – 366 с.	0	0
20.	Поляков В. И., Скорубский В. И. Основы теории алгоритмов. – СПб: СПб НИУ ИТМО, 2012. – 51 с.	0	0
21.	Роджерс Х. Теория рекурсивных функций и эффективная вычислимость / Х.Роджерс – М.: Мир, 1972. – 624 с	0	0
22.	Успенский В.А. Лекции о вычислимых функциях – М.: Физматгиз, 1960. – 492с.	0	0
23.	Успенский В. Д., Семенов А. Л. Теория алгоритмов; основные открытия и приложения. – М.: Наука, 1987. – 288 с.	0	0
24.	Хопкрофт Дж., Мотвани Р., Ульман Дж. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений. — 2-е изд. — М.: Вильямс, 2008. — 528 с	0	0
25.	Tourlakis G. Theory of Computation. — Wiley, 2012	0	0

13. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Мусатов Д.В. Математическая логика // Национальная платформа открытого образования. – URL: https://openedu.ru/course/mipt/MLTA
2. Дехтярь М.И. Введение в схемы, автоматы и алгоритмы //Национальный открытый университет «Интуит» https://www.intuit.ru/studies/courses/1030/205/info
3. Мусатов Д.В. Математическая логика и теория алгоритмов // Лекторий ФИВТ – URL: https://www.youtube.com/playlist?list=PL4_hYwCyhAvZjAmC7XFESNgWbG6wMteVm
4. Ицыксон Д.М. Основы вычислимости и теории сложности // Лекториум – URL: https://www.lektorium.tv/course/22897
5. Теория вычислимости // Викиконспекты. Университет ИТМО. – URL: https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Теория_вычислимости

14. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Visual Studio Code (лицензия открытого программного обеспечения MIT License). URL: https://code.visualstudio.com
2. Minimalist GNU for Windows (лицензия на свободное программное обеспечение GNU General Public License). URL: http://mingw.org/
3. Эмулятор машины Тьюринга. URL: https://github.com/vnesp-donnu/turing
4. Эмулятор нормальных алгорифмов Маркова. URL: https://github.com/vnesp-donnu/markov

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ___ от “___” __________ 20__ г.

Заведующий. кафедрой _______________ В.И. Сторожев

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ___ от “___” __________ 20__ г.

Заведующий. кафедрой _______________ В.И. Сторожев

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ___ от “___” __________ 20__ г.

Заведующий. кафедрой _______________ В.И. Сторожев

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ___ от “___” __________ 20__ г.

Заведующий. кафедрой _______________ В.И. Сторожев

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ___ от “___” __________ 20__ г.

Заведующий. кафедрой _______________ В.И. Сторожев

Рабочая программа рассмотрена и переутверждена на заседании кафедры теории упругости и вычислительной математики имени академика А.С. Космодамианского с изменениями (без изменений) на 20____ год.

Протокол № ___ от “___” __________ 20__ г.

Заведующий. кафедрой _______________ В.И. Сторожев