



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ШКОЛА ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП

 Е.В. Пустовалов

« 24 » июня 2018 г.



УТВЕРЖДАЮ»

Директор по развитию

 Д.И. Земцов

« \_\_\_\_\_ » июня 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ СЛОЖНОСТИ»**

направления 09.04.01 Информатика и вычислительная техника  
Магистерская программа «Технологии виртуальной и дополненной реальности»  
Форма подготовки очная

курс 1 семестр 2  
лекции 36 час.  
практические занятия 0 час.  
лабораторные работы 0 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 36 час.  
самостоятельная работа 72 час.  
контрольные работы программой не предусмотрены  
курсовая работа/проект – не предусмотрено  
зачет с оценкой 2 семестр  
экзамен – не предусмотрено учебным планом

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.04.01 – Информатика и вычислительная техника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.10.2014 № 1420

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании Дирекции Школы цифровой экономики 24 июня 2018 г., протокол №2

Составитель(и): д.ф.-м.н. Нурминский Е.А.; асс. Спорышев М.С.

**Оборотная сторона титульного листа РПД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании Дирекции Школы цифровой экономики:**  
Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заместитель директора ШЦЭ  
по учебной и воспитательной работе \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании Дирекции Школы цифровой экономики:**  
Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заместитель директора ШЦЭ  
по учебной и воспитательной работе \_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа учебной дисциплины «Алгоритмическая теория сложности» предназначена для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.04.01 Информатика и вычислительная техника (уровень магистратуры), профиль «Технологии виртуальной и дополненной реальности».

Рабочая программа разработана на основе макета рабочей программы учебной дисциплины для образовательных программ высшего образования – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры ДВФУ, утверждённого приказом ректора ДВФУ от 08.05.2015 № 12-13-824.

Дисциплина «Алгоритмическая теория сложности» входит в вариативную часть Блока 1 «Дисциплины (модули) по выбору 1» учебного плана подготовки магистров.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц или 108 часов. Дисциплина реализуется на 1 курсе во 2 семестре.

Семестр	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа	Контроль	Всего по дисциплине	
	Лекции и	Лабораторные работы	Всего			Часы	Зачетные единицы
2 семестр	36	–	36	72	зачет с оценкой	108	3

В рамках дисциплины «Алгоритмическая теория сложности» рассматриваются вопросы **теории сложности вычислений** — раздела теории вычислений, изучающий объем работы, требуемой для решения вычислительной проблемы.

Задача рассматривается как сложная, если решение проблемы требует большого количества ресурсов, независимо от алгоритма, используемого для ее решения. Теория формализует это интуитивное понятие, вводя математические модели вычислений для изучения этих проблем и количественной оценки объема ресурсов, необходимых для их решения, такие как время и используемая память. Возможны и другие меры сложности, такие как: количество сообщений (коммуникационная сложность), число элементов в схеме из функциональных элементов (схемная сложность) и количество процессоров. В частности, теории сложности вычислений определяет практические ограничения на то, что компьютеры могут и что не могут делать.

Тесно связаны с теорией сложности вычислений анализ алгоритмов и теория вычислимости. Основное различие между теорией сложности вычислений и анализом алгоритмов является то, что последняя посвящена анализу объема ресурсов, необходимых определенному алгоритму, чтобы решить проблему, в то время как первая задает вопрос более общего характера о всех возможных алгоритмах, которые могут быть использованы чтобы решить ту же проблему. Более точно, теория сложности вычислений пытается классифицировать проблемы, которые могут или не могут быть решены надлежащим количеством ограниченных ресурсов. В свою очередь, введение ограничений на имеющиеся ресурсы — это то, что отличает теорию сложности вычислений от теории вычислимости: последняя спрашивает какие проблемы могут быть решены в принципе алгоритмически, не ограничивая вычислительные ресурсы.

**Цель** изучения дисциплины – получение знаний в области проектирования алгоритмов, знакомство с современными методами исследования алгоритмов и оценки их алгоритмической сложности.

**Задачами дисциплины являются**

- ознакомление студентов с фундаментальными алгоритмами обработки данных;
- овладение современным математическим аппаратом для дальнейшего использования в прикладных исследованиях;
- освоение методов исследования алгоритмов и оценки их алгоритмической сложности.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- основные модели алгоритмов;
- методы построения алгоритмов;
- методы вычисления сложности работы алгоритмов;
- принципы упрощения сложных алгоритмов;

уметь:

- разрабатывать алгоритмы для конкретных задач;
- определять сложность работы алгоритмов.
- находить пути упрощения полученных алгоритмов;

владеть:

- методами построения алгоритмов для решения различных задач.

Для успешного изучения дисциплины «Алгоритмическая теория сложности» обучающиеся должны обладать предварительными

компетенциями, сформированными на предыдущем уровне. Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: «Дискретная математика», «Теоретические основы информатики», «Методы программирования», «Математическая логика и теория алгоритмов».

Полученные знания используются в последующем при изучении предметов: «Проектирование промышленных информационных систем», НИС «Современные алгоритмические достижения машинного обучения» и других, а также для выполнения выпускной квалификационной работы.

В результате данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК-1 – способность воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>- типичные приемы и методы разработки эффективных алгоритмов;</li> <li>- основные структуры данных, алгоритмы сортировки и поиска информации;</li> <li>- основные алгоритмы для задач теории графов;</li> <li>- основные алгоритмы для работы с матрицами;</li> <li>- основные алгоритмы для работы со строками;</li> <li>- основные NP-полные задачи и методы их решения;</li> <li>- основные теоретические результаты теории сложности</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно приобретать, развивать и применять новые знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами приобретения, развития и применения новых знаний для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте</li> </ul>
ОПК-2 – культура мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>- правила логического вывода;</li> <li>- логику рассуждений и высказываний, основанных на анализе и интерпретации данных;</li> <li>- методы интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники</li> </ul>
	Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять стандартные приемы для решения NP-полных задач;</li> <li>- доказывать NP-полноту новых задач</li> </ul>
	Владеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- культурой мышления, способностью выстраивать логику рассуждений и высказываний;</li> <li>- методами и средствами интерпретации данных</li> </ul>

ПК-12 – способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации	Знает	методы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации
	Умеет	применять типичные приемы и методы для решения алгоритмических задач; использовать стандартные структуры данных и разрабатывать собственные структуры данных и алгоритмы для работы с ними; использовать стандартные алгоритмы на графах и разрабатывать собственные алгоритмы; использовать стандартные алгоритмы на строках и разрабатывать собственные алгоритмы
	Владеет	навыками разработки алгоритмов решения задач управления и проектирования объектов автоматизации

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Алгоритмическая теория сложности» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: лекция-беседа, метод автоматизированного обучения, *метод проектов*.

При выполнении различных видов работ используются следующие технологии:

1. *Проблемное обучение* – стимулирование обучающихся к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.
2. *Контекстное обучение* – мотивация студентов к усвоению знаний путём выявления связей между конкретным знанием и его применением.
3. *Обучение на основе опыта* – активизация познавательной деятельности обучающихся за счёт ассоциации и собственного опыта с предметом обучения.

## I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 часов)

### Тема 1. Введение. Основы анализа алгоритмов

Асимптотический анализ верхней и средней оценок сложности алгоритмов; сравнение наилучших, средних и наихудших оценок;  $O$ -,  $o$ -,  $\omega$ - и  $\theta$ -нотации; стандартные классы сложности; эмпирические измерения эффективности алгоритмов; накладные расходы алгоритмов по времени и памяти; рекуррентные соотношения и анализ рекурсивных алгоритмов.

## **Тема 2. Стратегии алгоритмов**

Полный перебор; метод “разделяй и властвуй”; “жадные” алгоритмы; бэктрекинг (перебор с возвратами); метод ветвей и границ; эвристический поиск; поиск по образцу, алгоритмы обработки строк; алгоритмы аппроксимации числовых функций.

## **Тема 3. Основные алгоритмы обработки информации**

Основные алгоритмы над числами; алгоритмы последовательного и бинарного поиска; алгоритмы сортировки; хеш-функции и методы исключения коллизий; деревья бинарного поиска; представление графов (списки и матрицы смежности); поиск в глубину и поиск в ширину; алгоритмы поиска кратчайших путей (алгоритмы Дейкстры и Флойда); транзитивное замыкание (алгоритм Флойда); алгоритмы построения минимального покрывающего дерева (алгоритмы Прима и Крускала); топологическая сортировка.

## **Тема 4. Распределенные алгоритмы**

Модель параллельного выполнения программы с общей памятью и модель передачи сообщений: организация параллельных вычислений на принципе консенсуса и на основе выбора; методы определения завершения параллельных вычислений.

## **Тема 5. Основы теории вычислимости**

Конечные автоматы; контекстно-свободные грамматики; разрешимые и неразрешимые проблемы; невычислимые функции; проблема останова; применение невычислимости.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

*(нет)*

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Алгоритмическая теория сложности» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	<b>Тема 1. Введение. Основы анализа алгоритмов</b>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-12	Знает основы анализа алгоритмов	УО-1 ТС ПР-2	УО-1
			Умеет анализировать алгоритмы		
			Владеет навыками анализа алгоритмов		
2	<b>Тема 2. Стратегии алгоритмов</b>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-12	Знает основные стратегии алгоритмов	УО-1 ТС ПР-2	УО-1
			Умеет применять основные стратегии алгоритмов для конкретных задач		
			Владеет навыками применения основных стратегий алгоритмов для конкретных задач		
3	<b>Тема 3. Основные алгоритмы обработки информации</b>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-12	Знает основные модели и методы построения алгоритмов обработки информации; методы вычисления сложности работы алгоритмов обработки информации	УО-1 ТС ПР-2	УО-2
			Умеет разрабатывать алгоритмы обработки информации и определять		

			сложность работы алгоритмов обработки информации		
			Владеет навыками разработки алгоритмов обработки информации и определения сложности работы алгоритмов обработки информации		
4	<b>Тема 4. Распределенные алгоритмы</b>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-12	Знает основные модели и методы построения распределенных алгоритмов; методы вычисления сложности работы распределенных алгоритмов	УО-1 ТС ПР-2	УО-1
			Умеет разрабатывать распределенные алгоритмы и определять сложность работы распределенных алгоритмов		
			Владеет навыками разработки распределенных алгоритмов и определения сложности работы распределенных алгоритмов		
	<b>Тема 5. Основы теории вычислимости</b>	ОПК-1 ОПК-2 ПК-12	Знает методы вычисления сложности работы алгоритмов	УО-1 ТС ПР-2	УО-2
			Умеет определять сложность работы алгоритмов		
			Владеет навыками разработки алгоритмов для конкретных задач; навыками определения сложности работы алгоритмов		

- устный опрос (УО): собеседование (УО-1), коллоквиум (УО-2); итоговая презентация (УО-3); круглый стол (УО-4);
- технические средства контроля (ТС);
- письменные работы (ПР): тесты (ПР-1), контрольные работы (ПР-2), эссе (ПР-3), рефераты (ПР-4), курсовые работы (ПР-5), научно-учебные отчеты по практикам (ПР-6), конспект (ПР-7), проект (ПР-9). Разноуровневые задачи и задания (ПР-11) и т.п.

*Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.*

**Примечание [с1]:** При разработке данного содержимого Приложения 2 необходимо пользоваться материалами из Положения о ФОС ДВФУ, при необходимости дополняя их.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература (электронные и печатные издания)**

1. Структуры данных и проектирование программ: Учебное пособие / Круз Р.Л., Финогенова К.Г., - 3-е изд., (эл.) - М.:Лаборатория знаний, 2017. - 768 с.: 70x100 1/16 ISBN 978-5-00101-451-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/543549>
2. Основы алгоритмизации и программирования: Учебное пособие / В.Д. Колдаев; Под ред. Л.Г. Гагариной. - М.: ИД ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. - 416 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Профессиональное образование). (переплет) ISBN 978-5-8199-0279-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/48483>.
3. Основы алгоритмизации и программирования [Электронный ресурс]: лабораторный практикум/ — Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015.— 211 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63112.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Брыкалова А.А. Теория алгоритмов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Брыкалова А.А.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016.— 129 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69440.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Лубашева Т.В. Основы алгоритмизации и программирования [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лубашева Т.В., Железко Б.А.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016.— 379 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67689.html>.— ЭБС «IPRbooks»
6. Кузнецов, О.П. Дискретная математика для инженера [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.П. Кузнецов. — Электрон. дан. — Санкт-

Петербург : Лань, 2009. — 400 с. — Режим доступа:  
<https://e.lanbook.com/book/220>. — Загл. с экрана.

**Дополнительная литература**  
*(печатные и электронные издания)*

1. Воеводин, В.В. Вычислительная математика и структура алгоритмов. 10 лекций о том, почему трудно решать задачи на вычислительных системах параллельной архитектуры и что надо знать дополнительно, чтобы успешно преодолевать эти трудности : учебник для вузов / В. В. Воеводин ; Московский государственный университет. - [Москва] : Изд-во Московского университета, 2010. – 166 с.
2. Гладков, Л.А. Дискретная математика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик ; под ред. В.М. Курейчика. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2014. — 496 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71976>. — Загл. с экрана.

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

**«Интернет»**

1. Data Structure and Algorithms Tutorial, [https://www.tutorialspoint.com/data\\_structures\\_algorithms/index.htm](https://www.tutorialspoint.com/data_structures_algorithms/index.htm)
2. Graph Theory Tutorial, [https://www.tutorialspoint.com/graph\\_theory/index.htm](https://www.tutorialspoint.com/graph_theory/index.htm)
3. Design and Analysis of Algorithms, <http://www.learnerstv.com/Free-Computer-Science-Video-lectures-ltv147-Page1.htm>
4. <http://www.cs.princeton.edu/courses/archive/spring09/cos522/>
5. Университет компьютерных наук Принстонского университета
6. Курс лекций «Сложность алгоритмов» (ИСПРАН, 3 курс МФТИ)  
<http://discopal.ispras.ru/Course-3y-ispras>

**VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

На изучение дисциплины отводится 36 часов лекционных занятий и 72 часа на самостоятельную работу.

Изучение дисциплины «Алгоритмическая теория сложности» предусматривает:

- изучение теоретического материала в соответствии с программой, с использованием материала из списка литературы и информационно-методического обеспечения дисциплины;
- выполнение домашних заданий и контрольных работ.

**Текущий контроль.** Предусматривает учет посещения студентами занятий в течение периода обучения и оценку своевременности и качества изучения студентами темы и выполнения домашних заданий.

**Итоговый контроль.** Предусматривает рейтинговую оценку по учебной дисциплине в течение семестра и зачет с оценкой.

Результаты выполнения домашних работ задания в форме программного кода студент отправляет его на проверку преподавателю по электронной почте, либо предъявляет на компьютере во время занятия. Студент отвечает устно во время занятия по заданной теме.

В течение семестра студентам последовательно выдается набор из 5-ти индивидуальных домашних работ, каждая из которых имеет вес от 15%. Посещаемость занятий также учитывается и имеет вес 10%. Для получения зачета необходимо иметь итоговый балл не ниже 60%.

*Рекомендации по подготовке к зачету:*

Рекомендуется еще раз самостоятельно ответить на вопросы для самопроверки, приведенные в методических материалах.

При ответе на каждый вопрос зачета студент должен продемонстрировать знание определения указанного понятия, связанных с ним особенностей реализации и применения, умение реализовать указанную операцию, а также навыки иллюстрации теоретических принципов на предложенных простых примерах.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

<p><b>Мультимедийная аудитория:</b> Проектор DLP, 4000 ANSI Lm, 1920x1080, 2000:1 FD630u Mitsubishi; Проектор DLP, 2800 ANSI Lm, 1920x1080, 2000:1 GT1080 Optoma; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).</p>	<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс , корпус G, ауд. G470</p>
--	--



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ШКОЛА ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ СЛОЖНОСТИ»**

**Направление подготовки – 09.04.01 Информатика и вычислительная  
техника**

магистерская программа «Технологии виртуальной и дополненной  
реальности»

**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2018**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Распознавание образов и машинное обучение» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п /п	Дата/сроки выполнения	Вид СРС	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	Третья неделя семестра	Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе Выполнение ИДЗ №1	12	Собеседование, опрос Проверка программы
2.	Шестая неделя семестра	Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе Выполнение ИДЗ №2	12	Собеседование, опрос Проверка программы
3.	Девятая неделя семестра	Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе Выполнение ИДЗ №3	12	Собеседование, опрос Проверка программы
4.	Двенадцатая неделя семестра	Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе Выполнение ИДЗ №4	12	Собеседование, опрос Проверка программы
5.	Пятнадцатая неделя семестра	Проработка лекционного материала по конспектам и учебной литературе Выполнение ИДЗ №5	12	Собеседование, опрос Проверка программы
6.	Зачётная неделя	Подготовка к зачету	12	Зачет с оценкой
7.		<b>Итого</b>	72 часа	

### Тесты для самоконтроля

#### Вопрос 1

Какие из подходов к решению вычислительно трудных задач изучались в курсе?

1.  Построение эффективных алгоритмов муравьиной колонии
2.  Построение эффективных в среднем алгоритмов
3.  Применение эволюционных алгоритмов

---

**Вопрос 2**

Какова сложность вероятностного алгоритма Фрейвалда для проверки тождества  $AB=C$  для матриц  $n \times n$ ?

- $O(n^{2.376})$
- $O(n)$
- $O(n^3)$
- $O(n^2)$

---

**Вопрос 3**

Паросочетание, покрывающее все вершины графа, называется

- совершенным
- покрывающим
- максимальным
- вершинным
- сочетающим

---

**Вопрос 4**

Для какой задачи в курсе использовался "метод условных вероятностей" с последовательным определением значения переменных:

- MIN-CUT
- MAX-CUT
- TSP
- Рюкзак-выполнимость
- MAX-SAT
- Рюкзак-оптимизация

---

**Вопрос 5**

Гамильтонов цикл в графе:

- проходит через все ребра по одному разу
- проходит через все вершины по одному разу
- проходит через все вершины и ребра по одному разу

---

**Вопрос 7**

Какие из подходов к решению вычислительно трудных задач изучались в курсе?

- Построение эффективных метаэвристик
- Применение теории генетических алгоритмов
- Построение эффективных вероятностных приближенных алгоритмов с оценками точности в худшем случае

---

**Вопрос 8**

Какие из подходов к решению вычислительно трудных задач изучались в курсе?

- Построение эффективных приближенных алгоритмов, использующих метод вероятностного округления решений релаксационных задач
- Построение эффективных алгоритмов методом ветвей и границ
- Построение недетерминированных полиномиальных алгоритмов

---

**Вопрос 9**

Для чего применяется «метод условных вероятностей»:

- Метод Монте-Карло
- Демократизация
- Метод Лас-Вегас
- Рандомизация
- Дератизация
- Дерандомизация
- Шервудские алгоритмы

---

**Вопрос 10**

Какой алгоритм используется в алгоритме Кристофидеса?

- Алгоритм Немхаузера-Ульмана
- Рюкзак-выполнимость
- Поиск эйлерова обхода
- Поиск кратчайших путей
- Поиск максимального разреза

## Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа может рассматриваться как организационная форма обучения – система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью по освоению знаний и умений в области учебной деятельности без посторонней помощи. Студенту нужно четко понимать, что самостоятельная работа – не просто обязательное, а необходимое условие для получения знаний по дисциплине и развитию компетенций, необходимых в будущей профессиональной деятельности.

Самостоятельная работа проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных на лекциях теоретических знаний; – углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков; – развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

Самостоятельная работа - планируемая учебная работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа, не предусмотренная программой учебной дисциплины, раскрывающей и конкретизирующей ее содержание, осуществляется студентом инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов. Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует источники для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п. Виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы, их содержание и характер могут иметь вариативный и дифференцированный характер, учитывать индивидуальные особенности студента. Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности. Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы осуществляется в пределах времени,

отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине на практических занятиях. Для представления результатов самостоятельной работы рекомендуется: Составить план выступления, в котором отразить тему, самостоятельный характер проделанной работы, главные выводы и/или предложения, их краткое обоснование и практическое значение – с тем, чтобы в течение 3 – 5 минут представить достоинства, выполненного самостоятельно задания. Подготовить иллюстративный материал в виде презентации для использования во время представления результатов самостоятельной работы в аудитории. Конкретный вариант наглядного представления результатов определяется форматом аудиторного занятия и задания преподавателя.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ШКОЛА ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине **«АЛГОРИТМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ СЛОЖНОСТИ»**

**Направление подготовки – 09.04.01 Информатика и вычислительная  
техника**

магистерская программа **«Технологии виртуальной и дополненной  
реальности»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2018**

Фонд оценочных средств по дисциплине «Распознавание образов и машинное обучение» включает в себя:

- типовые контрольные задания,
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности,
- а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	критерии	показатели	баллы
ОПК-1 – способность воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	знает (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- типичные приемы и методы разработки эффективных алгоритмов;</li> <li>- основные структуры данных, алгоритмы сортировки и поиска информации;</li> <li>- основные алгоритмы для задач теории графов;</li> <li>- основные алгоритмы для работы с матрицами</li> <li>- основные алгоритмы для работы со строками;</li> <li>- основные NP-полные задачи и методы их решения;</li> <li>- основные теоретические результаты теории сложности</li> </ul>	Выявляет достоверные источники информации.	20

	умеет (продвинутый)	- самостоятельно приобретать, развивать и применять новые знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Обрабатывает, анализирует и синтезирует информацию.	30
	владеет (высокий)	- приемами приобретения, развития и применения новых знаний для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	Решает проблему, используя выбранный метод теории сложности	50
ОПК-2 – культура мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных	знает (пороговый уровень)	- правила логического вывода; - логику рассуждений и высказываний, основанных на анализе и интерпретации данных; - методы интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники	Знает основные классы теории сложности, связи между различными классами языков	20
	умеет (продвинутый)	- применять стандартные приемы для решения NP-полных задач; - доказывать NP-полноту новых задач	Доказывает полноту различных задач.	30

	владеет (высокий)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- культурой мышления, способностью выстраивать логику рассуждений и высказываний;</li> <li>- методами и средствами интерпретации данных</li> </ul>	Владеет основными навыками и инструментами теории сложности	50
ПК-12 – способность выбирать методы и разрабатывать алгоритмы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации	знает (пороговый уровень)	методы решения задач управления и проектирования объектов автоматизации	Знает основные современные алгоритмы, актуальные оценки их оптимальности. Знает основные вероятностные и параметризованные алгоритмы.	20
	умеет (продвинутый)	применять типичные приемы и методы для решения алгоритмических задач; использовать стандартные структуры данных и разрабатывать собственные структуры данных и алгоритмы для работы с ними; использовать стандартные алгоритмы на графах и разрабатывать собственные алгоритмы; использовать стандартные алгоритмы на строках и разрабатывать собственные алгоритмы	Использует алгоритмы при решении прикладных задач	30
	владеет (высокий)	навыками разработки алгоритмов	Разрабатывает собственные библиотеки,	50

		решения задач управления и проектирования объектов автоматизации	необходимые для решения различных прикладных задач	
--	--	--	--	--

### ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №1

Домашнее задание №1 выдается студентам в одном варианте и состоит из 7 задач. Срок выполнения домашнего задания - 2 недели. Форма представления обучающимися домашнего задания - представленные в письменном виде решения задач.

Пример домашнего задания №1:

1. Предположим  $L_1, L_2 \in NP$ , что вы можете сказать про языки  $L_1 \cup L_2, L_1 \cap L_2$  относительно их принадлежности NP.
2. Покажите, что язык PRIMES, состоящий из бинарных строк задающих простые числа, принадлежит классу NP. Заметим, что  $p$  -- простое ТИТТ когда для любого простого делителя числа  $p-1$  существует  $a \in \{2, \dots, p-1\}$  удовлетворяющее тому, что  $a^{p-1} = 1 \pmod p$ , но  $a^{\frac{p-1}{q}} \neq 1 \pmod p$ .
3. Вам сообщили, что ответ в Вашем экземпляре задачи вершинного покрытия или меньше  $k$ , или больше  $3k$ . Покажите, что Вы можете различить два этих случая за полиномиальное время. Почему отсюда не следует P=NP?
4. Докажите, что существует язык, который распознается машиной Тьюринга, работающей  $O(n^3)$ . При этом для любой машины Тьюринга работающей  $O(n^2)$  существует длина входа, такая, что на входах этой длины данная машина выдает правильный ответ ровно в половине случаев.
5. Докажите, что если все унарные языки из NP лежат в P, то EXP = NEXP. Унарный язык --- это язык состоящий из строк вида  $111 \dots 1$ , то есть строки используют только один символ (единицу) для записи. Пример унарного языка --- строки четной длины состоящие только из единиц.
6. Покажите, что язык состоящий из правильных скобочных последовательностей лежит в L.
7. В игре о счастливом коте дан граф и двое играют на нем. У одного игрока есть фишка кот, а у второго фишка мышь. Мышь выигрывает если сможет добежать до норки (выделенная вершина в графе) быстрее, чем ее схватит кот. За ход мышка и кот перебираются на соседнюю клетку. Покажите, что задача о счастливом коте решается за полином.

Критерии оценивания и шкала оценки домашнего задания №1

Оценка	Критерии выставления оценки
«Отлично» (8-10)	Решено 6 и более задач
«Хорошо» (6-7)	Количество решенных задач: 4 или 5
«Удовлетворительно» (4-5)	Количество решенных задач: 2 или 3
«Неудовлетворительно» (0-3)	Количество решенных задач: 0 или 1

### ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №2

Домашнее задание №2 выдается студентам в одном варианте и состоит из 8 задач. Срок выполнения домашнего задания - 2 недели. Форма представления обучающимися домашнего задания - представленные в письменном виде решения задач.

Пример домашнего задания №1:

1. Покажите, что NL замкнут относительно операций объединения, дополнения и \*.
2. Покажите, что  $NP \subseteq PP \subseteq PSPACE$ .
3. BPL --- это класс языков, для которых существует вероятностная машина Тьюринга  $M$ , которая использует логарифмическую память, останавливается при всех последовательностях случайных битов и для всех  $x$

выполняется, что  $\Pr[M(x) = L(x)] \geq \frac{2}{3}$ . Покажите, что  $BPL \subseteq P$ .

Покажите, что если  $NP \subseteq BPP$ , то  $NP = RP$ .

4. Для задач из класса BPP часто можно уменьшить ошибку просто повторив вероятностный алгоритм независимо полиномиальное количество раз и выбрав наиболее частый ответ. Покажите, что

$$\frac{1}{4}$$

для задач из класса RP, таким образом нельзя уменьшить ошибку до  $\frac{1}{4}$ .

5. Рассмотрим алгоритм для наименьшего разреза с лекции и попытаемся его адаптировать для поиска минимального по размеру  $s$ - $t$  разреза, где  $s$  и  $t$  это какие-то выделенные вершины в графе. Мы будем действовать аналогичным образом, с той лишь разницей, что при стягивании ребра  $su$  или ребра  $vt$  вновь образованную вершину будем называть  $s$  или  $t$  соответственно. Более того мы запрещаем стягивание любого ребра идущего из  $s$  в  $t$ .

(i) Покажите, что существует графы на которых подобный алгоритм имеет экспоненциально малую вероятность успеха.

(ii) Верно ли, что для количество различных разрезов минимального размера для данных двух вершин полиномиально?

6. Покажите, что в  $\Sigma_2^P$  существуют языки со схемной сложностью  $\Omega(n^k)$ .

7. Можно считать, то формула это схема в которой исходящая степень каждого узла равна 1. Покажите, что язык распознается формулами полиномиального размера тогда и только тогда когда он лежит в классе  $NC^1$  (точнее неравномерный  $NC^1$ ).

8. Докажите, что PATH (есть путь из вершины  $s$  в вершину  $t$  в ориентированном графе) лежит в классе NC.

#### Критерии оценивания и шкала оценки домашнего задания №2

Оценка	Критерии выставления оценки
«Отлично» (8-10)	Решено 6 и более задач
«Хорошо» (6-7)	Количество решенных задач: 4 или 5
«Удовлетворительно» (4-5)	Количество решенных задач: 2 или 3
«Неудовлетворительно» (0-3)	Количество решенных задач: 0 или 1

### КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Контрольная работа проводится в письменной форме. Каждый студент получает 6 задач. На проведение контрольной работы отводится 1,5 часа.

Перечень заданий контрольной работы:

1) Пусть  $polyL := \cup_{k \in \mathbb{N}} \overline{SPACE}(\overline{\log^k n})$  класс языков разрешимых с использованием полилогарифмической памяти.

Дайте короткие обоснования следующим утверждениям:

- (i)  $polyL \subset EXP$  и  $polyL \neq EXP$ .
- (ii) Приведите пример  $coNL$ -полной задачи.
- (iii) Дайте определение класса NL используя сертификаты.
- (iv) Объясните почему  $P_{poly} \not\subset EXP$ .

2) Упорядочите классы по включению:

$RP, \Sigma_2^P, PSPACE, NL, EXP, P, \Pi_3^P, L, NP, PH, NSPACE$ .

3) Cycle --- это язык состоящий из пар  $\{(G, v) | G \text{ --- граф, } v \in V(G) \text{ --- вершина}\}$ . Покажите, что Cycle является NL-полным.

4) Докажите, что  $NTime[n] \neq PSpace$ .

5) Пусть  $NP \subseteq DTime[n^{\log(n)}]$ , докажите, что  $PH \subseteq \cup_{k=1}^{\infty} DTime[n^{\log^k(n)}]$ .

6) Покажите, что  $USAT \in P^{SAT}$ .

#### Критерии оценивания и шкала оценки контрольной работы

Оценка	Критерии выставления оценки
«Отлично» (8-10)	Решено 5 или 6 задач
«Хорошо» (6-7)	Решено 4 задачи
«Удовлетворительно» (4-5)	Решено 3 задачи
«Неудовлетворительно» (0-3)	Решено менее трех задач

#### Итоговый контроль по дисциплине - зачет с оценкой.

Проводится в форме ответов на вопросы экзаменационного билета.

Экзаменационный билет содержит два вопроса из перечня вопросов к зачету.

На подготовку выделяется 2,5 часа.

Примерный перечень вопросов к зачету:

1. Машина Тьюринга. Тэзис Чёрча — Тьюринга.
2. Эквивалентная машина Тьюринга с меньшим алфавитом.
3. Одноленточная машина эквивалентная  $k$ -ленточной машине Тьюринга.
4. Машина с лентой бесконечной в обе стороны.
5. Существование эквивалентной oblivious машины Тьюринга для заданной машины Тьюринга.
6. Универсальная машина Тьюринга. Существование универсальной машины Тьюринга.
7. Пример невычислимой функции.
8. Недетерминированная машина Тьюринга. Класс NP.
9. Понятие сведения (сведение по Карпу). Свойства сведений. Примеры NP-трудных задач. NP-полные и NP-трудные задачи.
10. Доказательство NP-полноты SAT.
11. Сведение задачи поиска к задаче принадлежности (как найти сертификат для NP задачи, умея проверять, что он существует).
12. Классы coNP, EXP, NEXP. Теорема о равенстве EXP и NEXP, в случае равенства P и NP.
13. Метод диагонализации. Теорема о иерархии по времени.
14. Теорема Ладнера.
15. Машины с доступом к оракулу. Пример оракула A, что  $P^A = NP^A$ .
16. Пример оракула B, что  $P^B \neq NP^B$ .
17. Сложность по памяти. Определение классов L, NL, PSPACE, NSPACE. Примеры задач.
18. Доказательство теоремы  $DTIME(S(n)) \subseteq DSPACE(S(n)) \subseteq NSPACE(S(n)) \subseteq DSPACE(2^{O(S(n))})$ .

19. Понятие PSPACE-полной задачи. Определение сведения. Доказательство PSPACE-полноты задачи TQBF.
20. Теорема Савича.
21. Задача обобщенной географии и ее PSPACE полнота.
22. Логарифмическое по памяти сведение и его свойства. Определение NL-полной задачи.
23. Задача PATH и доказательство ее NL-полноты.
24. Альтернативное определение класса NL и доказательство эквивалентности определений.
25. Равенство классов NL и coNL. Определение классов  $\Sigma_2^P$ ,  $\Pi_2^P$  и полиномиальной иерархии. Примеры.
26. Теорема о схлопывании полиномиальной иерархии в случае  $\Sigma_i^P = \Pi_i^P$ . Схлопывание иерархии в случае наличие PH-полного языка. PH и PSPACE.
27. Класс TISP. Доказательство теоремы  $Ntime(n) \not\subseteq TISP(n^{1.2}, n^{0.2})$  по модулю двух лемм.
28. Лемма  $TISP \subset \Sigma_2 Time(n^8)$ .
29. Вторая лемма из теоремы  $Ntime(n) \not\subseteq TISP(n^{1.2}, n^{0.2})$ .
30. Минимальный разрез(вероятностный алгоритм).
31. Параметризованный алгоритм для Feedback Vertex Set.
32. Вероятностные классы. Монте Карло и Лас Вегас алгоритмы.
33. Теорема Адлемана о вероятностной схеме.
34. Понижение ошибки в RP алгоритме. Экономия случайных бит с помощью попарно независимых функций.
35. Алгоритм для стабильных браков, сведение алгоритма к задаче о сборке купонов.
36. Оценка на количество раундов выдачи купонов для коллекции всех возможных купонов.
37. Задача о размещении(осцирапсу problem)
38. Неравенство Чернова для превышения мат. ожидания.
39. Неравенство Чернова для значения меньше мат. ожидания.
40. Задача о прокладке проводов.
41. Путь с логарифмической памятью по модулю леммы.
42. Лемма об ограниченности собственных значений в связанном  $r$ -регулярном графе с петлями.
43. Экономия случайных битов при помощи специального графа с расширяющимися свойствами.
44. Построение графа с расширяющимися свойствами для экономии случайных бит.
45. Определение схемы. Различные классы схем NC, AC,  $P_{poly}$ .  $P \subset P_{poly}$ . Любой унарный язык лежит в  $P_{poly}$ .
46. Машина тьюринга с советом.
47. Теорема о коллапсе полиномиальной иерархии если  $NP \subset P_{poly}$ . Следствие из теоремы о коллапсе полиномиальной иерархии если  $EXP \subseteq P_{poly}$ .
48. Теорема о иерархии для схем.
49. Теорема Адлемана  $BPP \subseteq P_{poly}$ .
50. Теорема Сипсера-Гача  $BPP \subset \Sigma_2^P \cap \Pi_2^P$ .
51. Вероятностные сведения. Пример семейства попарно независимых хэш функций.
52. Лемма Вэлианта-Вазирани.

Критерии оценивания и шкала оценки письменного зачета

Оценка	Критерии выставления оценки
«Отлично» (8-10)	Дан развернутый ответ на поставленные вопросы. Материал изложен последовательно. Имеются логичные и аргументированные выводы.

«Хорошо» (6-7)	Дан развернутый ответ на поставленные вопросы. Материал изложен в целом последовательно. Имеются логичные и аргументированные выводы.
«Удовлетворительно» (4-5)	Ответ на вопрос не является полным. Материал изложен непоследовательно. Выводы не аргументированы.
«Неудовлетворительно» (0-3)	Ответ на вопрос является неверным. Материал изложен непоследовательно. Отсутствуют выводы.