


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

УТВЕРЖДЕНО
 решением Ученого совета факультета математики,
 информационных и авиационных технологий
 от «21» 06 2019 г., протокол №5/19
 Председатель Волков М.А.
(подпись, расшифровка подписи)
 «21» 06 2019 г.,

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина	Теория вычислительной сложности
Факультет	Математики, информационных и авиационных технологий
Кафедра	Информационной безопасности и теории управления
Курс	4

Специальность: 10.05.01 «Компьютерная безопасность»
код направления (специальности), полное наименование

Специализация: «Математические методы защиты информации»
полное наименование

Форма обучения: очная
очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 01 » 09 2019г.

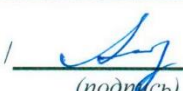
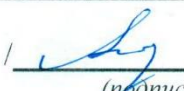
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20____ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Сутыркина Екатерина Алексеевна	ИБиТУ	доцент, к.ф-м.н

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой «Информационная безопасность и теория управления», реализующей дисциплину	Заведующий выпускающей кафедрой «Информационная безопасность и теория управления»
/  / Андреев А.С. / <i>(подпись)</i> <i>(Ф.И.О.)</i>	/  / Андреев А.С. / <i>(подпись)</i> <i>(Ф.И.О.)</i>
« 19 » 06 2019г.	« 19 » 06 2019г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины:

- освоение студентами математического аппарата теории вычислительной сложности;
- знакомство с основными сложностными классами вычислительных задач и теорией вычислимых функций;

Задачи освоения дисциплины:

- освоение основных подходов и методов строгой математической оценки вычислительной сложности алгоритмов;
- оперативное владение понятиями теории сложности вычислений и способами доказательства соотношения между сложностными классами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к числу прикладных дисциплин и занимает важное место в блоке дисциплин по выбору Б1.В.ДВ. в рамках профессионального цикла Б1 образовательной программы и читается в 7-м семестре студентам специальности «Компьютерная безопасность» очной формы обучения.


Для успешного освоения дисциплины необходимы знания основных фактов из базовых курсов: «Дискретная математика», «Математическая логика и теория алгоритмов» «Математический анализ», «Алгебра».

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин: «Теория кодирования, сжатия и восстановления информации», «Технология разработки программного обеспечения», а также для прохождения учебной, производственной и преддипломной практик, государственной итоговой аттестации.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Теория вычислительной сложности» направлен на формирование следующих компетенций.

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-4 – способностью проводить анализ и участвовать в разработке математических моделей безопасности компьютерных систем	Знать: основные понятия математического аппарата дисциплины; Уметь: соотносить сложностные задачи по их оценкам; Владеть: навыками разрешения задач в классах сложности.
ПК-7 – способностью проводить анализ проектных решений по обеспечению защищенности компьютерных систем	Знать: основные классы вычислительной сложности и отношения на них; Уметь: корректно оценивать вычислительную сложность реализуемого алгоритма; Владеть: приёмами оценки различных алгоритмов и задач;

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		


4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 3.

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы:

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения - дневная)			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		7		
Контактная работа обучающихся с преподавателем	36	36		
Аудиторные занятия:				
• Лекции	18	18		
• Практические и семинарские занятия	18	18		
• Лабораторные работы (лабораторный практикум)				
Самостоятельная работа	72	72		
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы		проверка решения задач, тестирование		
Курсовая работа				
Экзамен				
Всего часов по дисциплине	108	108		
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)		зачет		
Общая трудоемкость в зач. ед.	3	3		

4.3. Содержание дисциплины. Распределение часов по темам и видам учебной работы:
Форма обучения очная

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		


Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	
Раздел 1. Основы вычислимости и теории сложности							
1. Вычислимость, разрешимость, перечислимость	15	2	3			10	Решение задач, тестирование
2. Класс NP, его свойства, сложностные функции и их характеристики	12	2	2			8	Решение задач, тестирование
3. Теорема о неподвижной точке. Понятие о машине Тьюринга	12	2	2			8	Решение задач, тестирование
4. Моделирование машин Тьюринга	15	3	2			10	Решение задач, тестирование
Раздел 2. Иерархия в теории сложности							
5. Вычислимость и выразимость в арифметике	12	2	2			8	Решение задач, тестирование
6. Вопросы арифметической иерархии	12	2	2			8	Решение задач, тестирование
7. P vs NP с оракулами. Иерархии по времени	15	3	2			10	Решение задач, тестирование
8. Полиномиальная иерархия	15	2	3			10	Решение задач, тестирование
Зачет	2						
Итого	108	18	18			72	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Раздел 1. Основы вычислимости и теории сложности

Тема 1. Вычислимость, разрешимость, перечислимость

Разрешимые, P-разрешимые, рекурсивно-перечислимые классы языков. Теорема Поста, теорема о RE-языке. Вложенность классов. Существование неразрешимых задач. Самая сложная задача. Сведение языка к более общему. Существование L из RE\R, построение такого языка. Доказательство существования вычислимых, но не разрешимых языков.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Тема 2. Класс NP, его свойства, сложностные функции и их характеристики
NP-полнота задачи об ограниченной остановке. Вычислимость в терминологии функций. Теорема Успенского-Райса. Примеры неразрешимых множеств. Последовательность Шпеккера. Функции сложности вычислений. Теорема о существовании сложно вычислимых функций. Теорема Блюма.

Тема 3. Теорема о неподвижной точке. Понятие о машине Тьюринга
Теорема о неподвижной точке. Программа, печатающая свой текст. Доказательство с помощью искусственного языка программирования. Машины Тьюринга. Неразрешимость задачи Поста..

Тема 4. Моделирование машин Тьюринга
Нижняя оценка на палиндром на одноленточной машине Тьюринга. Моделирование k-ленточной машины на k-ленточной с линейным замедлением. Недетерминированные машины Тьюринга и класс NP. Задача Circuit-SAT, сведение Circuit-SAT к 3SAT.

Раздел 2. Иерархия в теории сложности

Тема 5. Вычислимость и выразимость в арифметике
Формулы исчисления предикатов. Выразимость в арифметике. Арифметичность перечислимых множеств.

Тема 6. Вопросы арифметической иерархии
Арифметическая иерархия и ее простейшие свойства. Универсальные множества в арифметической иерархии. Строгость арифметической иерархии. Теоремы Тарского и Геделя. Системы доказательств и перечислимые множества. Колмогоровская сложность, ее невычислимость. Доказательство Чайтина теоремы Геделя о неполноте.

Тема 7. P vs NP с оракулами. Иерархии по времени.
Оракулы при которых $P=NPP=NP$ и $P \neq NPP \neq NP$. Иерархия по времени для детерминированных и недетерминированных вычислений.

Тема 8. Полиномиальная иерархия
Некоторые другие классы сложности. Замкнутость классов $NSpace[s(n)]$ относительно дополнения. Полиномиальная иерархия. Простейшие свойства, полные задачи в ΣP_i и в PP_i . Оракульное определение полиномиальной иерархии.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Раздел 1. Основы вычислимости и теории сложности

Тема 1. Вычислимость, разрешимость, перечислимость


1. Обоснование разрешимости и P-разрешимости некоторых языков.
2. Исследование на принадлежности задач классам R и P.

Тема 2. Класс NP, его свойства, сложностные функции и их характеристики

1. Вычисление асимптотических оценок сложности алгоритмических решений
2. Примеры задача из класса NP.

Тема 3. Теорема о неподвижной точке. Понятие о машине Тьюринга

1. Пример использования теоремы о неподвижной точке.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

2. m-сводимость

Тема 4. Моделирование машин Тьюринга

1. Распознаваемость на машине Тьюринга.
2. Эффективное моделирование k-ленточной машины на 2-ленточной.

Раздел 2. Иерархия в теории сложности

Тема 5. Вычислимость и выразимость в арифметике

1. Применение теории алгоритмов в математической логике
2. Доказательство арифметичности некоторых множеств

Тема 6. Вопросы арифметической иерархии

1. Продуктивность и неарифметичность множеств.
2. Гёделева нумерация.

Тема 7. P vs NP с оракулами. Иерархии по времени

1. Машины с оракулом и сводимость Кука, ее транзитивность и сохранение класса P.
2. Построение функции, не конструируемой по времени

Тема 8. Полиномиальная иерархия

1. Отношения между классами в полиномиальной иерархии.
2. Исследование свойств алгоритмов, принадлежащих к тому или иному сложностному классу.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ (ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ)

Лабораторные работы (лабораторный практикум) не предусмотрены учебным планом.

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ

Курсовые работы, контрольные работы, рефераты не предусмотрены учебным планом.


9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ (ЗАЧЕТУ)

Основы вычислимости и теории сложности

1. Определение классов разрешимых и полиномиально-разрешимых языков. Пример таких языков.
2. Перечислимые языки. Теорема Поста.
3. Понятие RE – класса, эквивалентность трёх определений.
4. Существование вычислимого, но не разрешимого языка. Построение языка, не распознающегося ни одним алгоритмом.
5. NP-языки. NP - Полнота задачи об ограниченной остановке.
6. Теорема Успенского-Райса. Последовательность Шпеккера.
7. Функции сложности вычислений. Теорема о существовании сложно вычислимых функций. Теорема Блюма.
8. Теорема о неподвижной точке. Понятие машины Тьюринга.
9. Неразрешимость задачи Поста.
10. Нижняя оценка на палиндром на одноленточной машине Тьюринга.
11. Задача Circuit-SAT, сведение Circuit-SAT к 3SAT.

Иерархия в теории сложности


12. Арифметические множества и функции. Китайская теорема об остатках.
13. Теорема Тарского.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

14. Первая теорема Гёделя о неполноте.
15. Понятие Колмогоровской сложности, ее невычислимость.
16. Оракульная машина Тьюринга, её свойства.
17. Теорема Мучника-Фридберга о несравнимых по Тьюрингу множествах.
18. Полиномиальная сводимость.
19. Классы $DTIME[s(n)]$, $NDTIME[s(n)]$, $NSpace[s(n)]$
20. Простейшие свойства, полные задачи в ΣP_i и в $P P_i$.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы	Объем в часах	Форма контроля
1. Вычислимость, разрешимость, перечислимость	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета, решение задач	10	Зачет, проверка решения задач, тестирование
2. Класс NP, его свойства, сложностные функции и их характеристики	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета, решение задач	8	Зачет, проверка решения задач, тестирование
3. Теорема о неподвижной точке. Понятие о машине Тьюринга	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	8	Зачет, тестирование
4. Моделирование машин Тьюринга	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета, решение задач	10	Зачет, проверка решения задач, тестирование
5. Вычислимость и выразимость в арифметике	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета, решение задач	8	Зачет, проверка решения задач, тестирование
6. Вопросы арифметической иерархии	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета, решение задач	8	Зачет, проверка решения задач, тестирование
7. P vs NP с оракулами. Иерархии по времени	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета, решение задач	10	Зачет, проверка решения задач, тестирование
8. Полиномиальная иерархия	Проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	10	Зачет, тестирование

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная

1. Балюкевич, Э. Л. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие / Э. Л. Балюкевич, Л. Ф. Ковалева. — М. : Евразийский открытый институт, 2009. — 188 с. — ISBN 978-5-374-00220-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/10772.html>
2. Судоплатов, С. В. Математическая логика и теория алгоритмов : учебник и практикум для академического бакалавриата / С. В. Судоплатов, Е. В. Овчинникова. — 5-е изд., стер. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00767-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/432018>

Дополнительная

1. Лавров И.А., Задачи по теории множеств, математической логике и теории алгоритмов [Электронный ресурс] / Лавров И.А., Максимова Л.Л. - 5-е изд., исправл. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 256 с. - ISBN 5-9221-0026-2 - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922100262.html>
2. Перемитина, Т. О. Математическая логика и теория алгоритмов : учебное пособие / Т. О. Перемитина. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 132 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72121.html>


Учебно-методическая

1. Сутыркина Е. А. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теория вычислительной сложности» для студентов специальности 10.05.01 «Компьютерная безопасность» очной формы обучения / Е. А. Сутыркина; УлГУ, ФМИиАТ. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Загл. с экрана; Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 370 КБ). - Текст : электронный. <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/5602>

Согласовано:

Г.А. Биб - пр кб УлГУ
должность сотрудника научной библиотеки

Полшина И.Ю Биб 2.06.2019
ФИО подпись дата

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

б) Программное обеспечение

МойОфис Стандартный, Альт Рабочая станция 8.

в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. **IPRbooks** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / группа компаний Ай Пи Эр Медиа . - Электрон. дан. - Саратов , [2019]. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru>.

1.2. **ЮРАЙТ** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. - Электрон. дан. – Москва , [2019]. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>.

1.3. **Консультант студента** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО Политехресурс. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/pages/catalogue.html>.

1.4. **Лань** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО ЭБС Лань. - Электрон. дан. – С.-Петербург, [2019]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>.

1.5. **Znanium.com** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система / ООО Знаниум. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <http://znanium.com>.

2. **КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /Компания «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2019].

3. **База данных периодических изданий** [Электронный ресурс] : электронные журналы / ООО ИВИС. - Электрон. дан. - Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>.

4. **Национальная электронная библиотека** [Электронный ресурс]: электронная библиотека. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://нэб.рф>.

5. **Электронная библиотека диссертаций РГБ** [Электронный ресурс]: электронная библиотека / ФГБУ РГБ. - Электрон. дан. – Москва, [2019]. - Режим доступа: <https://dvs.rsl.ru>.

6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

6.1. Информационная система [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru). Режим доступа: <http://window.edu.ru>

6.2. Федеральный портал [Российское образование](http://www.edu.ru). Режим доступа: <http://www.edu.ru>

7. Образовательные ресурсы УлГУ:

7.1. Электронная библиотека УлГУ. Режим доступа : <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>

7.2. Образовательный портал УлГУ. Режим доступа : <http://edu.ulsu.ru>

Согласовано:

зам.нач.цнт

должность сотрудника УИТиТ


Кисочкова ДС

ФИО

2.06.2019

подпись

дата

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудитория -3/316. Аудитория для проведения лекционных, семинарских и практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций. Комплект переносного мультимедийного оборудования: ноутбук с выходом в Интернет, экран, проектор, Wi-Fi с доступом в Интернет, ЭИОС, ЭБС. 432017, Ульяновская область, г. Ульяновск, ул. Набережная реки Свияги, д. 106-3 корпус.

Аудитория -237. Читальный зал научной библиотеки с зоной для самостоятельной работы. Аудитория укомплектована ученической мебелью. Компьютерная техника, телевизор, экран, проектор. Стол для лиц с ОВЗ. 432017, Ульяновская область, г. Ульяновск, р-н Железнодорожный, ул. Набережная р. Свияги, № 106-1 корпус.

13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться некоторые из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

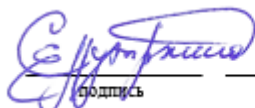
– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик:


подпись

доцент
должность

Сутыркина Екатерина Алексеевна
Ф.И.О.