Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования

«Московский физико-технический институт

(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДЕНО

Проректор по учебной работе

А.А. Воронов

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024 г.

# ПРОГРАММА

по дисциплине: **Теория вычислительной сложности**

по направлению подготовки:

 **03.03.01 «Прикладные математика и физика»**

физтех-школа: **ФПМИ**

кафедра: **математических основ управления**

курс: 2

семестры: 4

лекции – 30 часов Диф. зачет – 4 семестр

практические (семинарские)
занятия – 30 часов

лабораторные занятия – нет

ВСЕГО АУДИТОРНЫХ ЧАСОВ – 60 Самостоятельная работа

 – 75 часов

# Программу составили:

к.ф.-м.н. Шестаков С.А., к.ф.-м.н. Мусатов Д.В., к.ф.-м.н. Зухба А.В.

Программа принята на заседании

кафедры математических основ управления

12 января 2024 года

Заведующий кафедрой А.В. Гасников

1. Машины Тьюринга, детерминированные и недетерминированные. Понятие о распознавании языка на них. Универсальная машина Тьюринга.
2. Временная и пространственная сложность вычисления. Классы DTIME и NTIME. Теорема об ускорении. Теорема о временной иерархии. Теорема Хэни о машинах Тьюринга, распознающих языки за линейное время.
3. Классы P и NP, два определения класса NP, их эквивалентность. Полиномиальная сводимость. NP-трудные и NP-полные языки, связанные с этим задачи. Предположительная трудность NP-трудных задач.
4. Сводимость по Тьюрингу, по Куку и по Карпу. Использование сводимости по Карпу для доказательства NP-полноты. Теорема Кука-Левина.
5. Примеры NP-полных задач: выполнимость 3-КНФ, клика, вершинное покрытие, гамильтонов путь, задача о рюкзаке и др.
6. Co-классы, классы coP, coNP, их связь с P и NP, примеры задач из класса coNP.
7. Самосводимость и задачи поиска.
8. Аппроксимационные алгоритмы для решения NP-полных задач.
9. Полиномиальная иерархия, полные задачи на различных уровнях иерархии, гипотеза об отсутствии коллапса в полиномиальной иерархии. Вычисления с оракулом. Теорема Бейкера–Джилла–Соловея о нерелятивизуемости утверждения P = NP.
10. Схемы из функциональных элементов. Схемная сложность и класс P/poly. Связь с машинами Тьюринга, принимающими подсказки. Теорема Карпа–Липтона.
11. Сложность вычисления по памяти. Классы DSPACE, NSPACE, их связь с временными классами. Класс PSPACE. Теорема Савича. PSPACE-полнота. Примеры PSPACE-полных задач.
12. Классы L, NL и coNL. NL-полнота и логарифмическая сводимость. Примеры NL-полных задач. Теорема Иммермана–Селепченьи
13. Вероятностная машина Тьюринга, понятие о вероятностном вычислении. Классы RP и coRP, их связь с NP и coNP. Амплификация и независимость вероятностных классов от точных значений констант.
14. Классы BPP и PP, их связь и связь с невероятностными классами. Теоремы Эйдлмана и Гача–Сипсера.
15. Дерандомизация вероятностных алгоритмов. Метод условных математических ожиданий.
16. Интерактивные протоколы и интерактивные доказательства. Публичные и приватные протоколы. Доказательство с нулевым разглашением

**Литература**

*Основная*

1. *Гэри М., Джонсон Д.* Вычислительные машины и труднорешаемые задачи. – Москва: Мир, 1982. – 419 с.
2. *Хопкрофт Д., Мотвани Р., Ульман Д.* Введение в теорию автоматов, языков и вычислений, 2-е изд..: Пер. с англ. – Москва : Издательский дом «Вильямс», 2008. – 528 с.
3. *Arora S., Barak B.* Computational Complexity: A Modern Approach. – Cambridge University Press, 2009. – №9 – 62 p.
4. *Абрамов С.А.* Лекции о сложности алгоритмов: Учебн. пособие. – Москва: МЦНМО, 2012. – 245 с.
5. *Мусатов Д.В.*, Сложность вычислений: классика и современность, черновик монографии.

*Дополнительная литература*

1. *Papadimitriou C.* Computational Complexity: Addison Wesley. – University of California: San Diego, 1994. – 540 р.
2. *Goldreich O.* Computational Complexity: A Conceptual Perspective. – Cambridge University Press, 2008. – 632 p.
3. *Gács P., Lovász L.* Complexity of algorithms. Lecture Notes. –Boston University and. László Lovász. Yale University, 1999. – 242 p.
4. *Sipser M.* Introduction to the Theory of Computation. Course Technology. – Massachusetts Institute of Technology, 2005. – 453 р.
5. *Moore C., Mertens S.* The Nature of Computation. – New York: Oxford University Press, 2011. – P. 945-973.
6. *Garey M.R., Johnson D.S.* Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-Completeness. – New York: W.H. Freeman and Company, 1979. – 347 p.
7. *Kozen D.C.* Theory of computation. – Heidelberg : Springer, 2006. – 418 p.
8. *Alfred V. Aho, John E. Hopcroft, Jeffrey D.* Ullmann. Design and Analysis of Computer Algorithms. Addison – Wesley, New York, 1974. – 470 p.
9. *Крупский В.* Теория алгоритмов. Введение в сложность вычислений: Учебн. пособие. – 2-е изд. испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2023. – 117 с.

Подписано в печать 19.01.2024. Формат 60  84 1/16. Усл. печ. л. 0,25

Уч.-изд. л. 0,25. Тираж 100 экз. Заказ № 87.

Федеральное государственное автономное образовательное

учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт

 (национальный исследовательский университет)»

141700, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., 9

Тел. (495) 408-58-22, e-mail: rio@mipt.ru

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Отдел оперативной полиграфии «Физтех-полиграф»

141700, Московская обл., г. Долгопрудный, Институтский пер., 9

Тел. (495) 408-84-30, e-mail: polygraph@mipt.ru