

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теория сложности вычислений (семинар) тр 7 сем
Computational Complexity Theory

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 053631

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Сообщение сведений о классах сложности вычислений и взаимоотношений между ними.
Усвоение основных идей, понятий и фактов.

1.2. Требования подготовленности обучающегося к освоению содержания учебных занятий (пререквизиты)

Владение курсом «Теоретическая информатика».

1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)

Обучающийся должен овладеть теоретическим материалом в объеме, предусмотренном программой, уметь применять полученные знания при решении теоретических и прикладных задач на основе анализа освоенных разделов: Теорема Тода, интерактивные протоколы с публичным источником случайных чисел, интерактивные протоколы с приватным источником случайных чисел и вероятно проверяемые доказательства.

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Промежуточная аттестация (зачет) 2 часа.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий

2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Контактная работа обучающихся с преподавателем											Самостоятельная работа				Объём активных и интерактивных форм учебных занятий	Трудоёмкость	
	лекции	семинары	консультации	практические занятия	лабораторные работы	контрольные работы	коллоквиумы	текущий контроль	промежуточная аттестация	итоговая аттестация	под руководством преподавателя	в присутствии преподавателя	сам. раб. с использованием методических материалов	текущий контроль (сам.раб.)	промежуточная аттестация (сам.раб.)			итоговая аттестация (сам.раб.)
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																		
очная форма обучения																		
Семестр 7		30							2				34		6		32	2
		10-25							2-50				1-1		1-1			
ИТОГО		30							2				34		6		32	2

Виды, формы и сроки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации							
Код модуля в составе дисциплины, практики и т.п.	Формы текущего контроля успеваемости		Виды промежуточной аттестации		Виды итоговой аттестации (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ)		
	Формы	Сроки	Виды	Сроки	Виды	Сроки	
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ							
очная форма обучения							
Семестр 7			зачет, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации, по графику			

				промежуточной аттестации		
--	--	--	--	-----------------------------	--	--

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 7

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Теорема Тода	Лекции	
		семинары	10
		в присутствии преподавателя	
		по методическим материалам	16
2	Интерактивные протоколы с публичным источником случайных чисел	Лекции	
		семинары	10
		в присутствии преподавателя	
		по методическим материалам	16
3	Интерактивные протоколы с приватным источником случайных чисел и вероятно проверяемые доказательства	Лекции	
		семинары	10
		в присутствии преподавателя	
		по методическим материалам	16
4	Экзамен	промежуточная аттестация (ауд)	2
		промежуточная аттестация (с.р.)	32

1. Повторение и закрепление основных понятий из курса «теоретическая информатика»: детерминированная, недетерминированная машина Тьюринга; повторение основных фактов о них: иерархии по времени и памяти, полиномиальная иерархия; сводимости, трудные и полные задачи. Различные определения классов, основанных на дереве вычислений НМТ.
2. ParityP, замкнутость относительно дополнения и использования оракула.
3. Лемма Вэлианта-Вазирани и её релятивизованный вариант.
4. $BPP^A \subseteq BPP^A$, $ParityP^A \subseteq BPP^A$ и первая часть теоремы Тода.
5. RP, #P. Вторая часть теоремы Тода.
6. Интерактивный протокол для перманента. Схемная сложность RP.
7. IP, протокол для неизоморфизма графов, $IP=PSPACE$.
8. Классы MA и AM с односторонней и двусторонней ошибкой. Параллельное уменьшение ошибки в протоколах с одним прровером. $MA \subseteq AM$.
9. $EBPP \subseteq NP^A \subseteq BPP \subseteq MA = MA_2 \subseteq ZPP^A \subseteq NP \subseteq \Sigma_2$.
10. Сокращение числа раундов в доказательствах Артура-Мерлина.
11. Протокол Гольдвассер-Сипсера: $IP[f(n)] \subseteq AM[f(n)+2$.

12. $MIP=NEXP$.

13. Первая часть PCP-теоремы. Связь с неаппроксимируемостью.

14. Вторая часть PCP-теоремы.

Раздел 3. Обеспечение учебных занятий

3.1. Методическое обеспечение

3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины

Посещение лекций и практических занятий

3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы

Основная и дополнительная литература

3.1.3 Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации и критерии оценивания

Зачет проводится в устной форме. Для получения зачета студент должен сделать доклад на семинаре. Преподаватель задает вопросы по теме доклада, а также дополнительные вопросы по другим темам, изложенным в курсе.

В случае получения оценки «не зачтено» студент должен написать и представить преподавателю реферат по теме доклада, ответить на устные вопросы.

Оценка «зачтено» ставится за связное и математически корректное изложение материала доклада (при передаче – в письменной форме), знание основных вопросов по каждой теме.

Оценка «не зачтено» выставляется, если не выполняется условие для получения оценки «зачтено».

3.1.4 Методические материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации (контрольно-измерительные материалы, оценочные средства)

Период обучения (модуль): **Семестр 7**

Список вопросов к зачету:

1. Класс ParityP , доказательство его замкнутости относительно дополнения и использования оракула.
2. Доказательство леммы Вэлианта-Вазирани и её релятивизованного варианта.
3. Доказательство $\text{BPP}^{\text{BPP}^A} = \text{BPP}^A$, $\text{ParityP}^{\text{BPP}^A} \subseteq \text{BPP}^{\text{ParityP}^A}$ и $\text{PH} \subseteq \text{BPP}^{\text{ParityP}}$.
4. PP , $\#P$. Доказательство $\text{BPP}^{\text{ParityP}} \subseteq \text{P}^{\text{PP}}$
5. Интерактивный протокол для перманента. Схемная сложность PP .
6. Определение класса IP , протокол для неизоморфизма графов.
7. Теорема Шамира $\text{IP} = \text{PSPACE}$ (с доказательством).
8. Классы MA и AM с односторонней и двусторонней ошибкой. Параллельное уменьшение ошибки в протоколах с одним прувером. Доказательство $\text{MA} \subseteq \text{AM}$.

9. Доказательство цепочки включений $EBPP \subseteq NP \wedge BPP \subseteq MA = MA_2 \subseteq ZPP \wedge NP \subseteq \Sigma_2$.
10. Доказательство $AM[k] = AM[2]$.
11. Протокол Гольдвассер-Сипсера: $IP[f(n)] \subseteq AM[f(n)+2]$.
12. $MIP = NEXP$.
13. PСP-теорема (формулировка). Доказательство неаппроксимируемости MAX-SAT.
14. Доказательство первой части PСP-теоремы.
15. Доказательство второй части PСP-теоремы.

Темы докладов на семинарах:

1. Полиномиальные сводимости.
2. Классы, задаваемые деревьями вычислений.
3. Выделение единственного решения.
4. Считающие классы.
5. Интерактивные протоколы с публичными случайными битами.
6. Интерактивные протоколы с приватными случайными битами.
7. Схемная сложность.
8. Вычисления с разным количеством битов подсказки.
9. Вычисления с ограничениями по памяти.
10. Вероятностные вычисления без ошибки.
11. Количество раундов и количество проверок в интерактивных протоколах.
12. Приближенные вычисления.
13. Ограничения доступа ко входу.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса

3.2. Кадровое обеспечение

3.2.1 Образование и (или) квалификация штатных преподавателей и иных лиц, допущенных к проведению учебных занятий

К чтению лекций должны привлекаться преподаватели, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук (в том числе степень PhD, прошедшую установленную процедуру признания и установления эквивалентности) и/или ученое звание профессора или доцента.

3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом

не требуется

3.3. Материально-техническое обеспечение

3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий

Стандартно оборудованные лекционные аудитории, должны вмещать поток в соответствии со списком студентов

3.3.2 Характеристики аудиторного оборудования, в том числе неспециализированного компьютерного оборудования и программного обеспечения общего пользования

доска для письма мелом или фломастером

3.3.3 Характеристики специализированного оборудования

не требуется

3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения

не требуется

3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов

Мел — не менее 1 куска на час лекционных занятий, фломастеры для доски, губка

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы

- Китаев, Шень, Вялый, [Классические и квантовые вычисления](#), МЦНМО, 1999. Доступно с <http://www.mcsme.ru/free-books/>
- Oded Goldreich, [Introduction to Complexity Theory](#). Lecture Notes, Weizmann Institute of Science, 1998-99. Доступно с http://eccc.uni-trier.de/static/books/Introduction_to_Complexity_Theory/

3.4.2 Список дополнительной литературы

3.4.3 Перечень иных информационных источников

- [Sanjeev Arora and Boaz Barak. Computational Complexity: A Modern Approach. Cambridge University Press, 2009](#)

Раздел 4. Разработчики программы

Гирш Эдуард Алексеевич, доктор физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник ПОМИ
РАН, edward.a.hirsch@gmail.com