

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Введение в коммуникационную сложность (осн курс) тр 5, 7 сем

Introduction to Communication Complexity

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 045020

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Сообщение сведений о коммуникационной сложности для общего развития и изучения смежных дисциплин физико-математического цикла. Усвоение основных идей, понятий и фактов теории коммуникационной сложности.

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

Владение курсами «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: коммуникационные протоколы, оценки коммуникационной сложности.

1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий

Промежуточная аттестация (экзамен) 4 часа.

Раздел 2. Организация, структура и содержание учебных занятий
2.1. Организация учебных занятий

2.1.1 Основной курс

Трудоёмкость, объёмы учебной работы и наполняемость групп обучающихся																		
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 5, 7	32		2						2				44		28		4	3
	2-50		2-50						2-50				1-1		1-1			
ИТОГО	32		2						2				44		28		4	3

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 5, 7			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 5, 7

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Коммуникационные протоколы	Лекции	14
		практические занятия	
		в присутствии преподавателя	
		по методическим материалам	24
2	Оценки коммуникационной сложности	Лекции	18
		практические занятия	
		в присутствии преподавателя	
		по методическим материалам	20
5	Экзамен	промежуточная аттестация (ауд)	28
		промежуточная аттестация (с.р.)	2

Раздел 1: Коммуникационные протоколы

1. Определение детерминированного коммуникационного протокола. Нижняя оценка $SD(f) > n$ сложности функции $f(x, y) = x + y$ сложения n -битовых чисел. Оценка $SD(f) = c \log(n)$ для коммуникационной сложности медианы мультимножества. Верхняя оценка $SD(f) = O(\log^2 n)$ для коммуникационной сложности функции $SCIS$.
2. Связь глубины и размера коммуникационного протокола. Метод прямоугольников для доказательства нижних оценок. Доказательство нижних оценок для функций $EQ, DISJ, IP$.
3. Метод рангов. Гипотеза о связи коммуникационной сложности и ранга матрицы. Теорема Ниссана-Вигдерсона о зазоре между коммуникационной сложностью и логарифмом ранга матрицы.
4. Недетерминированная коммуникационная сложность. Покрытие матрицы. $SD(f) \leq \min(C^0 + 1, C^1 + 1)$. $SD(f) = O(N^0(f) N^1(f))$. Верхние и нижние оценки на $N^0(f), N^1(f)$ для функций EQ, GT .
5. Универсальность метода размера прямоугольников для оценки $N^1(f)$ с точностью до $\log(n)$: $N^1(f) \leq \log(B^1_*(f)) + \log(n) + O(1)$.
6. Функция $DISJ_{\log(n)}$. Верхняя оценка $O(\log(n))$ на недетерминированную коммуникационную сложность и нижняя оценка $O(\log^2(n))$ на детерминированную.
7. Вероятностные коммуникационные протоколы. Частный и общие источники случайных битов. Протоколы с односторонней и двусторонней ошибкой, безошибочные протоколы. Уменьшение ошибки. Примеры протоколов для функции EQ .

Раздел 2: Оценки коммуникационной сложности

1. $R^1_{\epsilon}(f) \geq \log(C^1(f))$. $R_{\epsilon}(f) = \Omega(\log(C^1(f)))$.
2. Теорема о переделывании общего источника в частный.

3. Распределения на входах. Распределенная коммуникационная сложность. Связь распределенной и вероятностной коммуникационной сложности. Нижняя оценка на функцию DISJ .
4. Discrepancy. Оценка распределенной сложности.
5. Коммуникационная сложность подсчета прямого произведения. $R(EQ^{\{\log(n)\}}) = \Theta(\log^2(n))$.
6. Коммуникационная сложность подсчета прямого произведения. $B^1_*(f \wedge g) \geq B^1_*(f) B^1_*(g)$. $D(f^{\wedge l}) = \Omega(l(\sqrt{D(f)} - \log(n) - O(1)))$.
7. Коммуникационная сложность отношений. Метод прямоугольников. DISJ .
8. Multi-party коммуникационная сложность. NOF модель. Метод цилиндров. Discrepancy.
9. Нижние оценки для IP_k и $\text{DISJ}_{\{n, k\}}$.
10. Multi-party коммуникационная сложность. NIH модель. Задача об упаковке множеств.
11. Применение коммуникационной сложности для доказательства нижних оценок на глубину формул. Теорема Карчмера-Вигдерсона. Доказательство суперполиномиальной нижней оценки на монотонные формулы.

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

Методика проведения экзамена

Экзамен проводится в устной форме. Билет состоит из двух вопросов. Время подготовки ответа на вопросы билета составляет 60 минут.

Использование конспектов и учебников, а также электронных устройств хранения, обработки или передачи информации при подготовке и ответе на вопросы экзамена категорически запрещено. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт и студент удаляется с экзамена. После ответа на вопросы билета преподаватель задает несколько дополнительных вопросов, на основании оценки ответов на которые итоговая оценка по предмету может быть повышена или понижена.

Критерии выставления оценок

Оценка «отлично» ставится за полностью раскрытый теоретический материал и правильные ответы на дополнительные вопросы преподавателя. В болонской шкале оценка может быть скорректирована в ту или иную сторону с учетом малозначительных погрешностей изложения или, напротив, углубленного изложения материала.

Оценка «хорошо» ставится за изложенный теоретический материал билета (возможно с помощью наводящих подсказок преподавателя).

Оценка «удовлетворительно» ставится за знание основных вопросов по каждой теме.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если не выполняются условия для получения оценок «отлично», «хорошо» и «удовлетворительно».

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 экзамену:

1. Определение детерминированного коммуникационного протокола. Нижняя оценка $D(f) > n$ сложности функции $f(x, y) = x + y$ сложения n -битовых чисел. Оценка $D(f) = c \log(n)$ для коммуникационной сложности медианы мультимножества. Верхняя оценка $D(f) = O(\log^2 n)$ для коммуникационной сложности функции CIS .
2. Связь глубины и размера коммуникационного протокола. Метод прямоугольников для доказательства нижних оценок. Доказательство нижних оценок для функций EQ , DISJ , IP .

3. Метод рангов. Гипотеза о связи коммуникационной сложности и ранга матрицы. Теорема Ниссана-Вигдерсона о зазоре между коммуникационной сложностью и логарифмом ранга матрицы.
4. Недетерминированная коммуникационная сложность. Покрытие матрицы. $SD(f) \leq \min(C^0 + 1, C^1 + 1)$. $SD(f) = O(N^0(f) N^1(f))$. Верхние и нижние оценки на $N^0(f)$, $N^1(f)$ для функций EQ, GT .
5. Универсальность метода размера прямоугольников для оценки $N^1(f)$ с точностью до $\log(n)$: $N^1(f) \leq \log(B^1_*(f)) + \log(n) + O(1)$.
6. Функция $DISJ_{\log(n)}$. Верхняя оценка $O(\log(n))$ на недетерминированную коммуникационную сложность и нижняя оценка $O(\log^2(n))$ на детерминированную.
7. Вероятностные коммуникационные протоколы. Частный и общие источники случайных битов. Протоколы с односторонней и двусторонней ошибкой, безошибочные протоколы. Уменьшение ошибки. Примеры протоколов для функции EQ .
8. $R^1_{\epsilon}(f) \geq \log(C^1(f))$. $R_{\epsilon}(f) = \Omega(\log(C^1(f)))$.
9. Теорема о переделывании общего источника в частный.
10. Распределения на входах. Распределенная коммуникационная сложность. Связь распределенной и вероятностной коммуникационной сложности. Нижняя оценка на функцию $DISJ$.
11. Discrepancy. Оценка распределенной сложности.
12. Коммуникационная сложность подсчета прямого произведения. $R(EQ^{\log(n)}) = \Theta(\log^2(n))$.
13. Коммуникационная сложность подсчета прямого произведения. $B^1_*(f \wedge g) \geq B^1_*(f) B^1_*(g)$. $D(f^1) = \Omega(\log(\sqrt{D(f)} - \log(n) - O(1)))$.
14. Коммуникационная сложность отношений. Метод прямоугольников. $DISJ$.
15. Multi-party коммуникационная сложность. NOF модель. Метод цилиндров. Discrepancy.
16. Нижние оценки для IP_k и $DISJ_{n, k}$.
17. Multi-party коммуникационная сложность. NIH модель. Задача об упаковке множеств.
18. Применение коммуникационной сложности для доказательства нижних оценок на глубину формул. Теорема Карчмера-Вигдерсона. Доказательство суперполиномиальной нижней оценки на монотонные формулы.

3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимся 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 куски на час лекционных занятий, фломастеры для доски, губка

3.4. Информационное обеспечение

3.4.1 Список обязательной литературы

1. Troy Lee. Lecture Notes. Rutgers, The State University of New Jersey
<http://www.research.rutgers.edu/~troyjlee/cc.html>
2. Tonia Pitassi. Lecture Notes. University of Toronto.
<http://www.cs.toronto.edu/~toni/Courses/CommComplexity2014/CS2429.html>
3. Prahladh Harsha, Jaikumar Radhakrishnan. Lecture notes.
<http://www.tcs.tifr.res.in/~prahladh/teaching/2011-12/comm/>

3.4.2 Список дополнительной литературы

1. Alexander Sherstov. Lecture Notes. University of California.
<http://web.cs.ucla.edu/~sherstov/teaching/2012-winter/>

3.4.3 Перечень иных информационных источников

1. N. Nisan, E. Kushilevitz. Communication complexity. Cambridge University Press New York, NY, USA ©1997 ISBN:0-521-56067-5

Раздел 4. Разработчики программы

Соколов Дмитрий Олегович, кандидат физ.-мат. наук, младший научный сотрудник
ПОМИ РАН, sokolov.dmt@gmail.com