

Санкт-Петербургский государственный университет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Сложность булевых функций (осн курс), тр 6 сем
Complexity of Boolean Functions

Язык(и) обучения

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 053621

Раздел 1. Характеристики учебных занятий

1.1. Цели и задачи учебных занятий

Сообщение сведений о сложности булевых функций. 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: эффективное вычисление булевых функций, доказательства невозможности существования эффективных вычислений.

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.)		
ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ																	
очная форма обучения																	
Семестр 6	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 6			экзамен, устно, традиционная форма	по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации		

2.2. Структура и содержание учебных занятий

Период обучения (модуль): Семестр 6

№ п/п	Наименование темы (раздела, части)	Вид учебных занятий	Количество часов
1	Булевы схемы	Лекции	12
		практические занятия	
		в присутствии преподавателя	
		по методическим материалам	16
2	Булевы формулы	Лекции	10
		практические занятия	
		в присутствии преподавателя	
		по методическим материалам	14
3	Схемы ограниченной глубины	Лекции	10
		практические занятия	
		в присутствии преподавателя	
		по методическим материалам	14
4	Экзамен	промежуточная аттестация (ауд)	28
		промежуточная аттестация (с.р.)	2

1. Булевы функции, симметрические булевы функции. Схемы и формулы.
2. Доказательство оценки $\Theta(2^n/n)$ на схемную сложность почти всех булевых функций от n переменных.
3. Основная идея метода элиминации гейтов.
4. Примеры свойств функций, используемых в доказательстве верхних оценок: $2n$ для функций, имеющих хотя бы три различные подфункции относительно любых двух переменных; $2n$ для функции индексации; $7n/3$ для функций высокой степени.
5. Нижняя оценка $2.5n$ для симметрических функций, $3n$ для обобщённой функции индексации, $3n$ для аффинных дисперсеров.
6. Связь между графами и схемами, различные способы представить граф схемой: показательная и характеристическая схемы.
7. $P \neq NP$ как следствие нижней оценки $(12+\epsilon)n$ на графовую сложность.
8. Связь глубины и размера формулы: $D(f) = \Theta(\log L(f))$.
9. Нижняя оценка n^2 на формульную сложность универсальной функции. Метод случайных подстановок Субботовской, нижняя оценка $n^{1.5}$ для формул де Моргана для функции четности.
10. Функция Андреева, нижняя оценка $n^{2.5}$ для формул де Моргана.

11. Коммуникационная сложность, игры Карчмера-Вигдерсона, покрытие прямоугольниками, связь с глубиной схем: $cc(f)=D(f)$, монотонная глубина, примеры.
12. Нижняя оценка через ранг матриц, нижняя оценка для квадратичных функций, суперполиномиальная нижняя оценка для функции Пэли.
13. Проверка наличия клики в графе.
14. Отрицания в схемах.
15. Схемы глубины 3.
16. Схемы ограниченной глубины.

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 6**

Список вопросов к экзамену:

1. Булевы функции, симметрические булевы функции. Схемы и формулы.
2. Доказательство оценки $\Theta(2^n/n)$ на схемную сложность почти всех булевых функций от n переменных.
3. Основная идея метода элиминации гейтов.
4. Примеры свойств функций, использующихся в доказательстве верхних оценок: $2n$ для функций, имеющих хотя бы три различные подфункции относительно любых двух переменных; $2n$ для функции индексации; $7n/3$ для функций высокой степени.

5. Нижняя оценка $2.5n$ для симметрических функций, $3n$ для обобщённой функции индексации, $3n$ для аффинных дисперсеров.
6. Связь между графами и схемами, различные способы представить граф схемой: показательная и характеристическая схемы.
7. $P \neq NP$ как следствие нижней оценки $(12+\epsilon)n$ на графовую сложность.
8. Связь глубины и размера формулы: $D(f) = \Theta(\log L(f))$.
9. Нижняя оценка n^2 на формульную сложность универсальной функции. Метод случайных подстановок Субботовской, нижняя оценка $n^{1.5}$ для формул де Моргана для функции четности.
10. Функция Андреева, нижняя оценка $n^{2.5}$ для формул де Моргана.
11. Коммуникационная сложность, игры Карчмера-Вигдерсона, покрытие прямоугольниками, связь с глубиной схем: $cc(f) = D(f)$, монотонная глубина, примеры.
12. Нижняя оценка через ранг матриц, нижняя оценка для квадратичных функций, суперполиномиальная нижняя оценка для функции Пэли.
13. Проверка наличия клики в графе.
14. Отрицания в схемах.
15. Схемы глубины 3.
16. Схемы ограниченной глубины.

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

- [Ingo Wegener. The Complexity of Boolean Functions. John Wiley and Sons Ltd, 1987](http://eccc.hpi-web.de/static/books/The_Complexity_of_Boolean_Functions/)
- [Topics in Circuit Complexity, Ryan Williams, Stanford, 2011](http://web.stanford.edu/~rrwill/cs354.html)
- [Combinatorial Methods in Complexity Theory, Eric Allender, Rutgers, 1998](http://www.cs.rutgers.edu/~allender/lecture.notes/)
- [Boolean Circuit Complexity, Uri Zwick, Berkeley, 1997](http://www.cs.tau.ac.il/~zwick/CS277.html)

3.4.2 Список дополнительной литературы

- [Sanjeev Arora and Boaz Barak. Computational Complexity: A Modern Approach. Cambridge University Press, 2009](http://theory.cs.princeton.edu/complexity)
- [John E. Savage, Models of Computation: Exploring the Power of Computing, Addison-Wesley, 1998](http://cs.brown.edu/~jes/book/home.html)
- [Circuit Complexity and Communication Complexity, Ran Raz, Institute for Advanced Study, 2004](http://www.wisdom.weizmann.ac.il/~ranraz/lecturenotes/index.html)

3.4.3 Перечень иных информационных источников

Раздел 4. Разработчики программы

Куликов Александр Сергеевич, кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник
ПОМИ РАН, alexanderskulikov@gmail.com