**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Параметризованные алгоритмы (осн курс) тр 6 сем

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 053615

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Сообщение сведений о FPT-алгоритмах (параметризованных алгоритмах) для общего развития и изучения смежных дисциплин физико-математического цикла. Усвоение основных идей, понятий и фактов теории FPT-алгоритмов.

**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: точные алгоритмы для NP-трудных задач, приближенные алгоритмы для NP-трудных задач.

**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 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 | Параметризованные алгоритмы и кернелизация | Лекции | 6 |
| практические занятия |  |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 8 |
| 2 | Методы построения параметризованных алгоритмов | Лекции | 10 |
| практические занятия |  |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 14 |
| 3 | Древесная ширина и древесная декомпозиция | Лекции | 10 |
| практические занятия |  |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 14 |
| 4 | Параметризованные алгоритмы и матроиды | Лекции | 6 |
| практические занятия |  |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 8 |
| 5 | Экзамен | промежуточная аттестация (ауд) | 28 |
| промежуточная аттестация (с.р.) | 2 |

**Раздел 1: Параметризованные алгоритмы и кернелизация**

1. Введение в параметризованные алгоритмы. Определение FPT и XP алгоритмов. Примеры FPT и XP алгоритмов.
2. Кернелизация. Определение кернелизации и ядра. Примеры построения ядер: задача о вершинном покрытии и Feedback arc set in tournaments.
3. Теорема о связи кернелизации и FPT алгоритмов. Метод расщепления в применении к задачам с параметром. Задача о ближайщей строке.

**Раздел 2: Методы построения параметризованных алгоритмов**

1. Метод итеративного сжатия. Нахождение ациклического графа в турнире. Построение леса в неориентированном графе.
2. Задача о получении двудольного графа(Odd Cycle Transversal). Кодирование цветом: нахождение k-пути.
3. Хроматическое кодирование, задача о d-кластеризации. Метод дерандомизации.
4. Динамическое программирование, дерево Штейнера, покрытие множествами. Теорема Робертса-Сеймура.
5. Применение линейного программирования для построения FPT алгоритмов.

**Раздел 3: Древесная ширина и древесная декомпозиция**

1. Определение древесной ширины и древесной декомпозиции (pathwidth, treewidth and treewidth decomposition). Построение хорошей декомпозиции по заданной декомпозиции.
2. Алгоритмы для графов с ограниченной древесной шириной. Задачи параметризованные древесной шириной.
3. Нахождение древесной ширины, построение древесной декомпозиции.
4. Win/Win метод для планарных графов.
5. Нахождение разрезов и разделителей.

**Раздел 4: Параметризованные алгоритмы и матроиды**

1. Матроиды. Определение и примеры графических и линейных матроидов. Построение линейных матроидов.
2. Множество предствителей. Построение ядра для задачи об упаковке множеств.
3. Задача о пересечении матроидов

**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».

Соответствие оценки СПбГУ и оценки ECTS (Европейской системы переноса и накопления зачётных единиц):

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Итоговый процент выполнения, % | Оценка СПбГУ при  проведении зачёта | Оценка ECTS | Оценка СПбГУ при  проведении экзамена |
| 90-100 | зачтено | A | отлично |
| 80-89 | зачтено | B | хорошо |
| 70-79 | зачтено | C | хорошо |
| 60-69 | зачтено | D | удовлетворительно |
| 50-59 | зачтено | E | удовлетворительно |
| менее 50 | не зачтено | F | неудовлетворительно |

**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. Введение в параметризованные алгоритмы. Определение FPT и XP алгоритмов. Примеры FPT и XP алгоритмов.
2. Кернелизация. Определение керенизации и ядра. Примеры построения ядер: задача о вершинном покрытии и Feedback arc set in tournaments.
3. Теорема о связи кернелизации и FPT алгоритмов. Метод расщепления в применении к задачам с параметром. Задача о ближайщей строке.
4. Метод итеративного сжатия. Нахождение ациклического графа в турнире. Построение леса в неориентированном графе.
5. Задача о получении двудольного графа(Odd Cycle Transversal). Кодирование цветом: нахождение k-пути.
6. Хроматическое кодирование, задача о d-кластеризации. Метод дерандомизации.
7. Динамическое программирование, дерево Штейнера, покрытие множествами. Теорема Робертса-Сеймура.
8. Применение линейного программирования для построения FPT алгоритмов.
9. Определение древесной ширины и древесной декомпозиции (pathwidth, treewidth and treewidth decomposition). Построение хорошей декомпозиции по заданной декомпозиции.
10. Алгоритмы для графов с ограниченной древесной шириной. Задачи параметризованные древесной шириной.
11. Нахождение древесной ширины, построение древесной декомпозиции.
12. Win/Win метод для планарных графов.
13. Нахождение разрезов и разделителей.
14. Матроиды. Определение и примеры графических и линейных матроидов. Построение линейных матроидов.
15. Множество предствителей. Построение ядра для задачи об упаковке множеств.
16. Задача о пересечении матроидов.

**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**

1. Ryan Williams, CS266: Parameterized Algorithms and Complexity. http://web.stanford.edu/~rrwill/cs266.html

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

**3**

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

1. Fedor V. Fomin and Dieter Kratsch. Exact Exponential Algorithms. Springer 2010.
2. Marek Cygan, Fedor V. Fomin, Łukasz Kowalik, Daniel Lokshtanov, Dániel Marx, Marcin Pilipczuk, Michał Pilipczuk and Saket Saurabh. Parameterized algorithms. Springer 2015.
3. J. Flum and M. Grohe. Parameterized Complexity Theory. Springer-Verlag, 2006.
4. R. Niedermeier. Invitation to Fixed-Parameter Algorithms. Oxford University Press, 2006.
5. Marcin Pilipczuk, Marek Cygan. Algorytmy parametryzowane i umiarkowanie wykładnicze. http://www.mimuw.edu.pl/~malcin/dydaktyka/2012-13/fpt/
6. Marcin Pilipczuk, Marek Cygan. Kernelizacja. http://www.mimuw.edu.pl/~malcin/dydaktyka/2012-13/kernels/

**Раздел 4. Разработчики программы**

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