**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Теория сложности доказательств, тр 5-8 сем

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 053622

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Сообщение сведений о системах доказательств и оценках сложности. Усвоение основных идей, понятий и фактов теории сложности доказательств.

**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: системы доказательств, системы Фреге, нижние оценки для систем доказательств.

**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 | | | | | | | |  | | |  |
| 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.) | | Объём активных и интерактивных  форм учебных занятий | | Трудоёмкость | | |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| очная форма обучения | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 5-8 | | 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 5-8 |  |  | экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

Период обучения (модуль): **Семестр 5-8**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий | Количество часов |
| 1 | Системы доказательств. Системы Фреге | Лекции | 12 |
| практические занятия |  |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 16 |
| 2 | Нижние оценки для систем доказательств | Лекции | 20 |
| практические занятия |  |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 28 |
| 3 | Экзамен | промежуточная аттестация (ауд) | 2 |
| промежуточная аттестация (с.р.) | 28 |

|  |
| --- |
|  |
| 1. Основные определения. Программа Кука. Примеры систем доказательств 2. [Системы Фреге](http://logic.pdmi.ras.ru/csclub/node/778) |
| 3. [Моделирование метода секущих плоскостей в системах Фреге, оптимальные системы](http://logic.pdmi.ras.ru/csclub/node/815) |
| 4. [Непересекающиеся NP-пары](http://logic.pdmi.ras.ru/csclub/node/828) |
| 5. [Нижняя оценка для метода секущих плоскостей. Нижняя оценка для цейтинских формул](http://logic.pdmi.ras.ru/csclub/node/830) методом резолюций |
| 6. [Нижние оценки для принципа Дирихле и корректности метода резолюций](http://logic.pdmi.ras.ru/csclub/node/831) |
| 7. [Алгебраические и полуалгебраические системы доказательств](http://logic.pdmi.ras.ru/csclub/node/899) |
| 8. [Связь сложности древесных доказательств и коммуникационной сложности](http://logic.pdmi.ras.ru/csclub/node/904) |

**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 5-8**

**Список вопросов к экзамену**:

1. Моделирование систем доказательств влечёт сводимость NP-пар.
2. «Контрпример» к обратной импликации.
3. Интерполяционная NP-пара, достаточное условие эквивалентности канонической NP-паре.
4. Оптимальные полуалгоритмы и p-оптимальные системы (два доказательства).
5. Короткое доказательство принципа Дирихле в системах с правилом расширения

и в системе секущих плоскостей.

1. Эквивалентность разных систем Фреге.
2. Моделирование секущих плоскостей в системах Фреге.
3. Нижняя оценка для системы секущих плоскостей.
4. Нижняя оценка для метода резолюций (цейтинские формулы).
5. Нижняя оценка для метода резолюций (принцип Дирихле).
6. Доказательство корректности метода резолюций и Res(2) в Res(2).
7. Нижняя оценка для корректности метода резолюций в методе резолюций (и системы секущих плоскостей в системе секущих плоскостей).
8. Нижняя оценка для полиномиального исчисления.
9. Верхние оценки на вывод цейтинских формул в полуалгебраических системах высокой степени и R(CP).
10. Сведение нижней оценки для семантических систем, основанных на неравенствах, к оценке коммуникационной сложности.

**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**

* A. Urquhart. The complexity of propositional proofs. Доступно с http://www.math.ucla.edu/~asl/bsl/0104/0104-003.ps
* P. Pudlak. On the complexity of propositional calculus. Доступно с http://www.math.cas.cz/~pudlak/oncompl.ps

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

* A. Atserias, M. L. Bonet. On the Automatizability of Resolution and Related Propositional Proof Systems, Information and Computation, 189(2), pages 182-201, 2004.
* P. Pudlák, Lower bounds for resolution and cutting planes proofs and monotone computations, J. of Symb. Logic 62(3), 1997, pp.981-998.
* A. Goerdt, Cutting Plane versus Frege proof systems, Proc. CSL'90, LNCS 533, 1990.
* E. Ben-Sasson, A. Wigderson, Short Proofs are Narrow - Resolution made Simple. Journal of the ACM 48(2), 2001.

**Раздел 4. Разработчики программы**

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