**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Элементы дискретного анализа

Basics of Discrete Mathematics

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 051470

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Дисциплина «Элементы дискретного анализа» является одной из базовых дисциплин цикла формирующего подготовку бакалавра по направлению «Математика и Компьютерные науки».

Отдельные параметры курса могут варьироваться по степени сложности в зависимости от начальной подготовки обучающихся.

Основным методологическим принципом построения программы курса, является принцип поэтапного системного накопления знаний и формирования необходимых компетенций по модели: от простого и/или знакомого к сложному и/или незнакомому, а основной методологической стратегией прохождения отдельных разделов программы является ступенчатость и цикличность, предусматривающие постепенный возврат к ранее усвоенному материалу на более высоком языковом и концептуальном уровне.

Цель изучения дисциплины: обучение обучающихся методам дискретной математики, подготовка к восприятию специальных дисциплин, развитие у студентов доказательного, логического мышления; знакомство с различными подходами прикладной математики, подготовка к самостоятельному решению различных прикладных задач.

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

Специальных требований нет.

**1.3. Перечень результатов обучения (learning outcomes)**

Формирование готовности консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности.

Способность демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий.

**1.4. Перечень и объём активных и интерактивных форм учебных занятий**

Объём активных и интерактивных форм учебных занятий – 10 часов.

**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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 1 | 30 |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 34 |  | 6 |  | 10 | 2 |
|  | 1-25 |  |  |  |  |  |  |  | 1-25 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 30 |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 34 |  | 6 |  |  | 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 | | | | | | |
| Форма обучения очная | | | | | | |
| Семестр 1 |  |  | зачёт, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

Период обучения (модуль): **Семестр 1**

Модуль С1. Комбинаторика и системы хранения информации

Темы для изучения и обсуждения

# Некоторые понятия теории множеств. Изложение (одна лекция) идет в параллель с аналогичными изложениями в курсах Математического анализа и алгебры. В отличие от них мы ограничиваемся напоминанием обозначений, показываем запись их в системе ТеХ, вводим новые для части студентов определения (разбиение, декартово произведение, мощность, симметрическая разность).

1. Возможные трактовки множества , включая элементы математической логики, машинную память, простейшую графику. Способы перебора элементов .



1. Основные комбинаторные объекты: перестановки, размещения и сочетания. Способы их нумерации и перечисления. Экстремальные задачи на множестве перестановок. Треугольник Паскаля. Бином Ньютона. Числа Фибоначчи.
2. Элементарная теория вероятностей. Формула Байеса. Случайные величины, их характеристики, функции распределения.
3. Моделирование случайных величин в компьютере. Метод Уолкера и его использование.
4. Двоичный поиск, неравенство Крафта.
5. Энтропия, ее аксиоматическое определение.
6. Помехозащищенные коды.
7. Сжатие информации. Метод Хаффмена. Метод Зива-Лемпеля. Метод Зива-Лемпеля-Уелча. Метод Барроуза-Уиллера.
8. Сортировки. Метод вставки. Метод слияния (фон Неймана). Метод Шелла. Метод быстрой сортировки и его варианты. Метод иерархической сортировки (Heapsort).
9. Старинная сортировка перфокарт и современный метод поразрядной сортировки.
10. Эффективное построение суффиксного массива.
11. АВЛ-дерево.
12. B-дерево.
13. Хеширование и его использование.
14. Приоритетные очереди. Биномиальное дерево.
15. Строки и работа с ними.
16. Задача поиска образца в строке. Различные алгоритмы поиска образца. Поиск по регулярному выражению.
17. Задача максимальном совпадении двух строк.
18. Трудность дискретных экстремальных задач. Примеры трудных задач.
19. Задача коммивояжера.
20. Методы улучшенного перебора.
21. Приближенные методы решения дискретных экстремальных задач.
22. Классические примеры дискретных процессов: конечные автоматы, динамическое программирование.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Методические материалы включают в себя следующие типы материалов — учебники, электронные учебные пособия, с опорой на которые проводится аудиторная работа.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа обучающегося, как вид деятельности, стимулирующий активность, самостоятельность, познавательный интерес с целью поиска необходимой информации, приобретения знаний, использования этих знаний для решения учебных, научных и профессиональных задач, представляет собой важную составляющую учебного процесса, которой отводится не менее половины учебного времени при очной форме обучения. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует тщательной подготовки целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями.

К числу методических пособий относятся:

• общие методические рекомендации и указания по самостоятельной работе;

• фонд контрольных заданий и тестов для самоконтроля, которые позволяют оценить уровень знаний, навыков и умений студентов согласно требованиям курса, государственным стандартам и европейским компетенциям.

Роль преподавателя в организации самостоятельной работы состоит в координации действий обучающихся в освоении дисциплины, в методическом и организационном обеспечении учебного процесса. Взаимодействие между преподавателем и студентом осуществляется в форме консультаций. Преподаватели также оказывают помощь студентам по планированию и организации самостоятельной работы.

Контроль за самостоятельной работой осуществляется в форме коротких опросов и тестов, углубленных вопросов по темам занятий, дополнительных вопросов, и т.д.

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

Текущий контроль успеваемости проводится преподавателем в процессе посещения обучающимся занятий, выполнения домашних заданий и решения задач на занятиях. Аппарат контроля за усвоением материала в первом семестревключает в себя две cамостоятельных работы, в которых проверяется усвоение основных алгоритмов, излагаемых в курсе.

Зачет в конце курса. Оценка «зачтено» ставится за две выполненные самостоятельные работы и за знание определений, формулировок теорем, постановок задач, а также основных алгоритмов, рассматриваемых в курсе лекций. Зачет проводится в устно-письменной форме и выставляется по результатам работы в течение семестра. Для получения зачета, обучающемуся необходимо решить задачи по каждой из тем контрольных работ и обязательных домашних заданий и, при необходимости, ответить на дополнительные вопросы. При наличии нерешенных заданий, обучающимся предоставляется возможность решить аналогичную по тематике задачу во время проведения зачета. Решения задач предоставляются письменно. При необходимости, преподаватель может задать дополнительные вопросы, как про ходу решения конкретной задачи, так и по темам курса в целом.

Использование конспектов и учебников, а также электронных устройств хранения, обработки или передачи информации при подготовке и ответе на вопросы зачета не разрешается. В случае обнаружения факта использования недозволенных материалов (устройств) составляется акт, и обучающийся удаляется с зачета.

**Оценка за зачет по шкале ETCS**

выставляется в соответствии с таблицей:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оценка по стандартной шкале | Число существенных ошибок / неточностей при ответе на основные и дополнительные вопросы (не более) | Оценка ECTS |
| зачтено | 0/1 | A |
| зачтено | 0/2 | B |
| зачтено | 0/4 | C |
| зачтено | 1/4 | D |
| зачтено | 2/4 | E |

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

Вариант первой самостоятельной работы.

Задача 1. Из колоды, содержащей 52 карты 6 раз вынимают по одной карте. Случайная величина – количество вынутых тузов. Определите математическое ожидание M и дисперсию D случайной величины.

Задача 2. Дана перестановка 132486857, найти перестановку, следующую за ней в лексикографическом порядке через 210 шагов.

Задача 3. Начиная с данной перестановки, указать 8 перестановок, следующих за ней в лексикографическом порядке.

Задача 4. Перебрать сочетания из 8 по 6, начиная с 123567, сделать 10 шагов. Найти номер данного сочетания.

Задача 5. В каждой из двух урн находятся 12 черных и 15 белых шаров. Из 1-ой урны 2 случайно выбранных шара кладут во 2-ую., а затем из 2-ой урны вынимают наудачу один шар. Найти вероятность, что шар черный.

Вариант второй самостоятельной работы.

1. Закодировать алгоритмом Хаффмена текст aaaadbbccccccccfff

2. Применить алгоритм Зива-Лемпеля для текста из задачи 1.

3. Сортировка фон Неймана 29, 13,3, 7,98,45,23,11, 47, 32, 67, 25.

4. Построить AVL –дерево, для массива из задачи 3.

5. Задача о максимальном совпадении двух строк adbdabbdfbfgn dagfbba

6. Схема Уолкера. p1=0.22, p2=0.04, p3=0.27, p4=0.11, p5=0.34

Примерный перечень вопросов к зачету.

1. Некоторые определения из теории множеств. Прямое произведение, разбиение множеств.
2. Алгоритм перебора 0-1 векторов. Коды Грея.
3. Перебор элементов прямого произведения множеств.
4. Алгоритм перебора перестановок. Нумерация перестановок.
5. Задача о минимуме скалярного произведения.
6. Перебор сочетаний. Нумерация сочетаний.
7. Условные вероятности и формула Байеса.
8. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины.
9. Случайные числа. Схема Уолкера.
10. Двойчный поиск и неравенство Крафта.
11. Энтропия. 2 леммы.
12. Теорема об энтропии.
13. Операции над строками переменной длины.
14. Поиск образца в строке.
15. Задача о максимальном совпадении двух строк.
16. Код Шеннона-Фано. Алгоритм Хаффмена. 3 леммы.
17. Сжатие информации по методу Зива-Лемпеля.
18. Метод Барроуза-Уилера.
19. Избыточное кодирование. Помехоустойчивость.
20. Шифрование с открытым ключом.
21. Сортировки. (5 методов)
22. Информационный поиск и организация информации.
23. Хеширование.
24. АВЛ деревья.
25. В-деревья.
26. Задача коммивояжера. Метод ветвей и границ.
27. Метод динамического программирования. Задача линейного раскроя.
28. Приближенные методы решения дискретных задач.
29. Конечные автоматы.

**3.1.5 Методические материалы для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса**

Оценка обучающимися содержания и качества учебного процесса по дисциплине осуществляется в установленном в СПбГУ порядке.

**3.2. Кадровое обеспечение**

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

Базовое образование и/или ученая степень, соответствующая профилю дисциплины.

**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**

Компьютерный класс.

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

Маркерная доска. Канцелярские принадлежности.

**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**

Фломастеры цветные (из расчета 4 фломастера на 4 часа занятий).

Губка для маркерной доски.

Бумага формата А4 (из расчета одна пачка 500л на 8 часов занятий).

Простые карандаши.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. Романовский И.В., Дискретный анализ, изд. 5. БХВ-Невский диалект. 20016

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. Журавлев Ю.И., Флеров Ю.А., Вялый М.Н., Дискретный анализ. Формальные системы и алгоритмы. М.: Физматгиз. 2010.

2. Липский В., Комбинаторика для программистов. М.: Мир. 1988.

3. Яглом А. М., Яглом И. М. Вероятность и информация, изд. 2. М.: Наука. 1973.

4. Касьянов В.Н., Евстигнеев В.А. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. БХВ-Петербург. 2003.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

Не предусмотрено.

**Раздел 4. Разработчики программы**

Григорьева Наталья Сергеевна, доцент каф. исследования операций, n.s.grig@gmail.com