**Правительство Российской Федерации**

**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Дискретная математика

Discrete Mathematics

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 5

Регистрационный номер рабочей программы: 002180

Санкт-Петербург

2022

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Дисциплина «Дискретная математика» является одной из базовых дисциплин цикла (Б3), формирующего подготовку специалиста в области прикладной математики и информатики.

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: получение представления о методах дискретной математики, подготовка к восприятию специальных дисциплин, развитие доказательного, логического мышления; знакомство с различными подходами прикладной математики, подготовка к самостоятельному решению различных прикладных задач.

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

Программа курса предназначена для обучающихся первого курса бакалавриата, освоивших обычный школьный курс математики, а в дальнейшем некоторые вопросы университетских курсов алгебры и математического анализа.

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование категории (группы) компетенций | Код и наименование компетенции | Планируемые результаты обучения, обеспечивающие формирование компетенции | Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Теоретические и практические основы профессиональной деятельности | ОПК-1.  Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности. | Знает основы комбинаторики и теории вероятностей  Знает основы теории кодирования | ОПК-1.002180.1 Способен реализовать простейшие комбинаторные алгоритмы  ОПК-1.002180.2 Способен выбрать подходящий язык программирования для реализации алгоритмов, оперирующих тестовыми строками |
| 2 | Теоретические и практические основы профессиональной деятельности | ОПК-2.  Способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных комплексов в различных областях человеческой деятельности. | Знает основы теории графов в объёмах, достаточных для реализации классических алгоритмов и структур данных. | ОПК-2.002180.1. Применяет основы теории графов для реализации классических алгоритмов и структур данных. |
| 3 | Профессиональные компетенции (практические) | ПКП-1.  Способность проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности. | Умеет находить в глобальной сети материал по изучаемой теме  Умеет оценить качество найденного материала. | ПКП-1.002180.1 Самостоятельно находит, оценивает и разбирает материал |
| 4 | Профессиональные компетенции (практические) | ПКП-3.  Способен преподавать математику и информатику в средней школе, специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения. | Имеет навыки подготовки учебных материалов в области программирования, в том числе по ранее незнакомому материалу.  Умеет внятно донести материал | ПКП-3.002180.1. Самостоятельно находит, изучает и представляет коллегам в удобной для восприятия форме информацию об алгоритмах, структурах данных или технологиях.  ПКП-3.002180.2 Последовательно излагает заранее подготовленный материал |
| 5 | Профессиональные компетенции (практические) | ПКП-4.  Способен применять современные информационные технологии при проектировании, реализации, оценке качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях. | Владеет языком программирования для решения небольших задач в области дискретной математики  Умеет пользоваться REPL | ПКП-4.002180.1. Для решения теоретической задачи реализует рутинные действия на подходящем языке программирования или CAS  ПКП-4.002180.2. Для решения небольшой теоретической задачи пользуется REPL на подходящем языке программирования или CAS |
| 6 | Системное и критическое мышление | УК-1.  Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. | Владеет навыками работы с поисковыми системами в глобальной сети | УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие;  УК-1.2. Определяет информацию, необходимую для решения поставленной задачи;  УК-1.3. Осуществляет по различным запросам поиск информации, необходимой для решения поставленной задачи;  УК-1.4. Оценивает достоинства, недостатки и последствия вариантов решения поставленных задач;  УК-1.5. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения, решения и оценки. |
| 7 | Разработка и реализация проектов | УК-2.  Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений. | Имеет представление о различных типах лицензий на программное обеспечения | УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели;  УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач;  УК-2.3. Оценивает соответствие способов решения цели проекта;  УК-2.4. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм;  УК-2.5. Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля; |
| 8 | Социально-ответственное поведение и сотрудничество | УКБ-2.  Способен устанавливать и поддерживать взаимоотношения в социальной и профессиональной сфере, исходя из нетерпимости к коррупционному поведению и проявлениям экстремизма. | Владеет навыками совместного поиска и обсуждения решения поставленной задачи | УКБ-2.1. Определяет свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели;  УКБ-2.2. При реализации своей роли в социальном взаимодействии и командной работе учитывает особенности поведения и интересы других участников;  УКБ-2.3. Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды;  УКБ-2.4. Оценивает идеи других членов команды для достижения поставленной цели;  УКБ-2.5. Соблюдает нормы и установленные правила командной работы. |
| 9 | Работа с информацией | УКБ-3.  Способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики и информационной безопасности. | Способен оценить качество источника  Владеет базовыми навыкам работы с текстовыми документами | УКБ-3.1. Находит и использует различные источники информации.  УКБ-3.2. Точно определяет тип и форму необходимой информации.  УКБ-3.3. Получает информацию и сохраняет ее в удобном для работы формате.  УКБ-3.4. Проверяет достоверность собранной информации. |

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

Практические занятия и устная проверка домашних работ – по 10 академических часов в осеннем и весеннем семестрах.

**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 | 32 |  |  | 14 |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  | 54 |  | 4 |  | 10 | 3 |
|  | 1-100 |  |  | 1-30 |  | 1-30 |  |  | 1-30 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| Семестр 2 | 30 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 10 |  | 28 |  | 10 | 2 |
|  | 1-100 |  | 1-30 |  |  |  |  |  | 1-30 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 62 |  | 2 | 14 |  | 2 |  |  | 4 |  |  |  | 64 |  | 32 |  | 20 | 5 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | две контрольные работы по одному акад. часу | ноябрь, декабрь | зачёт, устно | по графику промежуточной аттестации |  |  |
| Семестр 2 |  |  | экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

Курс обучения состоит из двух модулей — в первом и втором семестре:

Модуль С1. Комбинаторика и системы хранения информации

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий | Количество часов |
| I | Теория множеств и математическая логика | лекции | 6 |
| по методическим материалам | 10 |
| II | Комбинаторика | лекции | 6 |
| практические занятия | 3 |
| по методическим материалам | 11 |
| III | Строки и сжатие информации | лекции | 7 |
| практические занятия | 4 |
| по методическим материалам | 11 |
| IV | Теория вероятностей | лекции | 6 |
| практические занятия | 3 |
| по методическим материалам | 11 |
| V | Сортировки и поиск | лекции | 7 |
| практические занятия | 4 |
| по методическим материалам | 11 |

Модуль С2. Теория графов. Процессы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий | Количество часов |
| I | Базовые алгоритмы на графах | лекции | 7 |
| по методическим материалам | 2 |
| II | Деревья | лекции | 7 |
| по методическим материалам | 2 |
| III | Двудольные графы | лекции | 5 |
| по методическим материалам | 2 |
| IV | Приближенные алгоритмы | лекции | 7 |
| по методическим материалам | 2 |
| V | Прочее | лекции | 3 |
| по методическим материалам | 2 |

**2.2.1 Содержание учебных занятий**

Модуль С1. Комбинаторика и системы хранения информации

Темы для изучения и обсуждения

Раздел 1: Теория множеств и математическая логика

* Некоторые понятия теории множеств (разбиение, декартово произведение, мощность, симметрическая разность).
* Основные понятия математической логики. Логические операции, их связь с теоретико-множественными операциями. Конъюнкция, дизъюнкция, отрицание. Булевы функции.
* Векторы из нулей и единиц. Способы перебора элементов векторов из нулей и единиц.

Раздел 2: Комбинаторика

* Основные комбинаторные объекты: перестановки, размещения и сочетания. Способы их нумерации и перечисления. Экстремальные задачи на множестве перестановок. Треугольник Паскаля. Бином Ньютона. Числа Фибоначчи.

Раздел 3: Строки и сжатие информации

* Операции над строками переменной длины.
* Поиск образца в строке. (Карпа-Рабина, Бойера-Мура)
* Суффиксное дерево.
* Задача о максимальном совпадении двух строк.
* Код Шеннона-Фано. Алгоритм Хаффмена. 3 леммы.
* Сжатие информации по методу Зива-Лемпеля.
* Метод Барроуза-Уилера.
* Избыточное кодирование. Коды Хемминга.
* Шифрование с открытым ключом.

Раздел 4: Теория вероятностей

* Элементарная теория вероятностей. Формула Байеса. Случайные величины, их характеристики, функции распределения.
* Моделирование случайных величин в компьютере. Метод Уолкера и его использование.
* Двоичный поиск, неравенство Крафта.
* Энтропия. 2 леммы.
* Теорема об энтропии.

Раздел 5: Сортировки и поиск

* Сортировки. (5 методов)
* Информационный поиск и организация информации.
* Хеширование.
* АВЛ деревья.
* В-деревья.
* Биномиальные кучи.

Темы для практических занятий:

* Векторы из нулей и единиц. Способы перебора элементов векторов из нулей и единиц.
* Основные комбинаторные объекты: перестановки, размещения и сочетания. Способы их нумерации и перечисления. Треугольник Паскаля. Бином Ньютона. Числа Фибоначчи. Подсчет инъекций и сюръекций.
* Элементарная теория вероятностей. Формула Байеса. Случайные величины, их характеристики, функции распределения.
* Моделирование случайных величин в компьютере. Метод Уолкера и его использование.
* Помехозащищенные коды.
* Сжатие информации. Метод Хаффмена. Метод Зива-Лемпеля. Метод Зива-Лемпеля-Уелча. Метод Барроуза-Уиллера.
* Сортировки. Метод вставки. Сортировка фон Неймана. Метод Шелла. Быстрая сортировка. Метод иерархической сортировки (Heapsort).
* Метод поразрядной сортировки.
* АВЛ-дерево.
* Задача поиска образца в строке. Различные алгоритмы поиска образца. Задача о максимальном совпадении двух строк.

Модуль С2. Теория графов. Процессы

Темы для изучения и обсуждения

Раздел 1: Базовые алгоритмы на графах

* Основные определения теории графов.
* Построение транзитивного замыкания.
* Обходы графа в глубину и ширину. Топологическая сортировка.
* Связность. Компоненты связности и сильной связности.
* Алгоритм поиска контура и построение диаграммы порядка.
* Теорема о связном подграфе.

Раздел 2: Деревья

* Теорема о шести эквивалентных определениях дерева.
* Задача о кратчайшем остовном дереве. Алгоритм Прима.
* Алгоритм Краскала.
* Задача о кратчайшем пути. Алгоритм Дейкстры.
* Алгоритм Левита.
* Задача о кратчайшем дереве путей.
* Сетевой график и критические пути. Нахождение резервов работ.

Раздел 3: Двудольные графы

* Задача о максимальном паросочетании в графе. Алгоритм построения.
* Теорема Кенига.
* Алгоритм построения контролирующего множества.
* Задача о назначениях. Венгерский метод.

Раздел 4: Приближенные алгоритмы

* Задача коммивояжера. Метод ветвей и границ.
* Метод динамического программирования. Задача линейного раскроя.
* Приближенные методы решения задачи коммивояжера.
* Алгоритмы с гарантированной оценкой точности.
* Жадные алгоритмы. Задача о системе различных представителей.
* Приближенные методы решения дискретных задач.

Раздел 5: Прочее

* Конечные автоматы.
* Числа Фибоначчи. Производящие функции.
* Числа Каталана.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций и практических занятий, участию в обсуждении рассматриваемых вопросов, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы.

**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. Время, отводимое на самостоятельную работу, должно использоваться обучающимися для наиболее полного освоения учебной дисциплины. Следовательно, организация эффективной внеаудиторной самостоятельной работы в процессе обучения требует, с одной стороны, создание условий, призванных обеспечить рациональное и планомерное управление учебной деятельностью, протекающей в отсутствие преподавателя, и тщательной подготовки целого ряда учебных пособий, снабженных методическими указаниями, с другой стороны.

При самостоятельном изучении теоретического материала, выполнении практических заданий и во время подготовки доклада целесообразно использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу.

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

**3.1.3.1. Методика проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

*Методика проведения зачета*

Зачет ставится по результатам работы обучающегося в течение семестра и за контрольные работы.

Раз в две недели обучающимся выдается блок задач либо на доказательство, либо на программирование. Каждая задача оценивается в определенное количество баллов, зависящее от сложности и важности задачи. Для получения баллов обучающийся должен устно продемонстрировать понимание условия и решения задачи. При этом от обучающихся не требуется решать домашние задачи на доказательство самостоятельно, однако все задачи на программирование должны быть реализованы лично сдающим.

Для каждой задачи устанавливается срок, в течение которого она может быть принята. По истечении указанного срока задача больше не принимается. Также для каждой задачи устанавливается максимальное число попыток сдачи, при исчерпании которого обучающийся больше не может ее сдавать.

В зависимости от качества ответа или программной реализации допускается увеличивать либо уменьшать количество баллов. Например, за грамотное использование CI/CD начисляются дополнительные баллы, а за код низкого качества баллы снимаются.

Для проверки решений задач преподаватель может приглашать других лиц с квалификацией не ниже изложенной в п. 3.2.1.

Допускаются выдача отдельным обучающимся одной сложной задачи на программирование весь семестр, которая дает право не писать контрольные работы, и по результатам которой выставляется итоговая оценка.

Допускается засчитывать некоторые решенные задачи из блока выданных как контрольную работу.

*Методика проведения экзамена*

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

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

После ответа на вопросы билета, преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на экзамен, на основании оценки ответов на которые итоговая оценка по предмету может быть повышена или понижена. В качестве дополнительных, используются вопросы, не требующие длительного вывода, в том числе основные определения, примеры и логические связи, введенные в дисциплине.

По желанию преподавателя на экзамен допустимо приглашать других преподавателей с квалификацией не ниже изложенной в п. 3.2.1 как для независимого оценивания ответов обучающихся, так и для коллегиального. В последнем случае оценка за экзамен ставится на основании голосования простого большинства. В спорных ситуациях преподаватель, ведущий дисциплину, имеет право принятия окончательного решения.

**3.1.3.2. Критерии оценивания итогового процента освоения дисциплины**

*Критерии оценивания усвоения материала модуля С1.*

За каждый блок задач или контрольную обучающийся может получить до 20 баллов. Лишние баллы за блок аннулируются, кроме тех, которые были перезачтены за контрольную работу. Контрольная должна быть решена полностью. Из каждого блока нужно решить хотя бы одну задачу. Всего блоков шесть, всего баллов может быть получено 160. Итоговая оценка рассчитывается из суммы всех полученных баллов согласно таблице:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Итоговый процент  выполнения, % | Оценка СПбГУ при  проведении зачёта | Оценка  ECTS |
| 90-100 | зачтено | A |
| 80-89 | зачтено | B |
| 70-79 | зачтено | C |
| 61-69 | зачтено | D |
| 50-60 | зачтено | E |
| менее 50 | не зачтено | F |

*Критерии оценивания усвоения материала модуля С2.*

Обучающемуся задаётся два вопроса по билету и от одного до трёх дополнительных вопросов. Каждый ответ оценивается по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хороший ответ), результирующий процент выполнения целей обучения определяется как среднее полученных за ответы оценок, переведённых в диапазон от 0 до 100. Далее применяется та же таблица, как и для модуля С1.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции | Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.) |
|  | 1 | 2 |
| 1 | ОПК-1.002180.1 Способен реализовать простейшие комбинаторные алгоритмы | Реализуйте алгоритм перебора перестановок |
|  | ОПК-1.002180.2 Способен выбрать подходящий язык программирования для реализации алгоритмов, оперирующих тестовыми строками | Выберите подходящий язык программирования и реализуйте метод Хаффмена для русскоязычных текстов |
| 2 | ОПК-2.002180.1. Применяет основы теории графов для реализации классических алгоритмов и структур данных. | Реализуйте алгоритм Краскала/Прима/Дейкстры на выбор |
| 3 | ПКП-1.002180.1 Самостоятельно находит, оценивает и разбирает материал | Найдите в глобальной сети адекватное описание метода Уолкера и разберите его |
| 4 | ПКП-3.002180.1. Самостоятельно находит, изучает и представляет коллегам в удобной для восприятия форме информацию об алгоритмах, структурах данных или технологиях. | Найдите в глобальной сети адекватное описание метода Уолкера, разберите его и расскажите |
| 5 | ПКП-3.002180.2 Последовательно излагает заранее подготовленный материал | Любая задача из домашнего задания |
| 6 | ПКП-4.002180.1. Для решения теоретической задачи реализует рутинные действия на подходящем языке программирования или CAS | При решении задач на теорию вероятностей воспользуйтесь Sage или любым языком программирования для генерации сочетаний |
| 7 | ПКП-4.002180.2. Для решения небольшой теоретической задачи пользуется REPL на подходящем языке программирования или CAS | Переберите все перестановки [1..n] |
| 8 | УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие; | Найдите в глобальной сети адекватное описание метода Уолкера, разберите его и расскажите |
| 9 | УК-1.2. Определяет информацию, необходимую для решения поставленной задачи; | Найдите в глобальной сети адекватное описание метода Уолкера, разберите его и расскажите |
| 10 | УК-1.3. Осуществляет по различным запросам поиск информации, необходимой для решения поставленной задачи; | Найдите в глобальной сети адекватное описание метода Уолкера, разберите его и расскажите |
| 11 | УК-1.4. Оценивает достоинства, недостатки и последствия вариантов решения поставленных задач; | Найдите в глобальной сети адекватное описание метода Уолкера, разберите его и расскажите |
| 12 | УК-1.5. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения, решения и оценки. | Найдите в глобальной сети адекватное описание метода Уолкера, разберите его и расскажите |
| 13 | УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели; | Реализуйте алгоритм CDCL. Формат входных данных: DIMACS. Требуется построить дерево вывода пустого дизъюнкта, либо предъявить модель. |
| 14 | УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач; | Реализуйте алгоритм CDCL. Формат входных данных: DIMACS. Требуется построить дерево вывода пустого дизъюнкта, либо предъявить модель. |
| 15 | УК-2.3. Оценивает соответствие способов решения цели проекта; | Реализуйте алгоритм CDCL. Формат входных данных: DIMACS. Требуется построить дерево вывода пустого дизъюнкта, либо предъявить модель. |
| 16 | УК-2.4. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм; | Реализуйте алгоритм CDCL. Формат входных данных: DIMACS. Требуется построить дерево вывода пустого дизъюнкта, либо предъявить модель. |
| 17 | УК-2.5. Выполняет задачи в зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля; | Реализуйте алгоритм CDCL. Формат входных данных: DIMACS. Требуется построить дерево вывода пустого дизъюнкта, либо предъявить модель. |
| 18 | УКБ-2.1. Определяет свою роль в социальном взаимодействии и командной работе, исходя из стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели; | Любая задача из домашнего задания |
| 19 | УКБ-2.2. При реализации своей роли в социальном взаимодействии и командной работе учитывает особенности поведения и интересы других участников; | Любая задача из домашнего задания |
| 20 | УКБ-2.3. Осуществляет обмен информацией, знаниями и опытом с членами команды; | Любая задача из домашнего задания |
| 21 | УКБ-2.4. Оценивает идеи других членов команды для достижения поставленной цели; | Любая задача из домашнего задания |
| 22 | УКБ-2.5. Соблюдает нормы и установленные правила командной работы. | Любая задача из домашнего задания |
| 23 | УКБ-3.1. Находит и использует различные источники информации. | Любая задача из домашнего задания |
| 24 | УКБ-3.2. Точно определяет тип и форму необходимой информации. | Любая задача из домашнего задания |
| 25 | УКБ-3.3. Получает информацию и сохраняет ее в удобном для работы формате. | Любая задача из домашнего задания |
| 26 | УКБ-3.4. Проверяет достоверность собранной информации. | Любая задача из домашнего задания |

**Компетенции, впервые формируемые дисциплиной:**

ОПК-1 — способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности.

ОПК-2 — способен применять современный математический аппарат, связанный с проектированием, разработкой, реализацией и оценкой качества программных комплексов в различных областях человеческой деятельности.

ПКП-1 — способность проводить под научным руководством исследование на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности.

ПКП-3 — способен преподавать математику и информатику в средней школе, специальных учебных заведениях на основе полученного фундаментального образования и научного мировоззрения.

ПКП-4 — способен применять современные информационные технологии при проектировании, реализации, оценке качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях.

УК-1 — способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

УК-2 — способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

УКБ-2 — способен устанавливать и поддерживать взаимоотношения в социальной и профессиональной сфере, исходя из нетерпимости к коррупционному поведению и проявлениям экстремизма.

УКБ-3 — способен понимать сущность и значение информации в развитии общества, использовать основные методы получения и работы с информацией с учетом современных технологий цифровой экономики и информационной безопасности.

**Компетенции, развиваемые дисциплиной:**

Нет.

**Компетенции, полностью сформированные по результатам освоения дисциплины:**

Нет.

Для каждой компетенции применяется линейная шкала оценивания, определяемая долей успешно выполненных заданий, проверяющих данную компетенцию

*Примеры заданий на дом.*

Задача (8 б). Подсчитайте количество сюръекций из n-элементного множества в m-элементное множество.

Задача (3 б). Подсчитайте количество инъекций из n-элементного множества в m-элементное множество.

Задача (20 б). Реализуйте сжатие и распаковку файлов по алгоритму Хаффмена.

*Пример семестрового задания на программирование.*

Задание. Реализуйте алгоритм CDCL. Формат входных данных: DIMACS. Требуется построить дерево вывода пустого дизъюнкта, либо предъявить модель.

*Вариант первой контрольной 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 контрольной 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 и Dagfbba

6. Схема Уолкера. p1=0.24, p2=0.04, p3=0.27, p4=0.11, p5=0.34

*Вопросы к экзамену "Дискретная математика"*

1. Некоторые определения из теории множеств. Прямое произведение, разбиение множеств. Мощность объединения.

2. Вектора из нулей и единиц.

3. Алгоритм перебора 0-1 векторов. Коды Грея.

4. Перебор элементов прямого произведения множеств.

5. Размещения, сочетания, перестановки без повторений.

6. Размещения, сочетания, перестановки с повторениями.

7. Два алгоритма перебора перестановок. Нумерация перестановок.

8. Задача о минимуме скалярного произведения.

9. Числа Фибоначчи. Теорема о представлении.

10. Перебор сочетаний. Нумерация сочетаний.

11. Бином Ньютона и его комбинаторное использование.

12. Свойства биномиальных коэффициентов.

13. Основные определения теории вероятностей.

14. Условные вероятности и формула Байеса.

15. Математическое ожидание и дисперсия случайной величины.

16. Схема Бернулли.

17. Случайные числа. Схема Уолкера.

18. Двойчный поиск и неравенство Крафта.

19. Энтропия. 2 леммы.

20. Теорема об энтропии.

21. Операции над строками переменной длины.

22. Поиск образца в строке. (Карпа-Рабина, Бойера-Мура)

23. Суффиксное дерево.

24. Задача о максимальном совпадении двух строк.

25. Код Шеннона-Фано. Алгоритм Хаффмена. 3 леммы.

26. Сжатие информации по методу Зива-Лемпеля.

27. Метод Барроуза-Уилера.

28. Избыточное кодирование. Коды Хемминга.

29. Шифрование с открытым ключом.

30. Сортировки. (5 методов)

31. Информационный поиск и организация информации.

32. Хеширование.

33. АВЛ деревья.

34. В-деревья.

35. Биномиальные кучи.

36. Основные определения теории графов.

37. Построение транзитивного замыкания.

38. Обходы графа в глубину и ширину. Топологическая сортировка.

39. Связность. Компоненты связности и сильной связности.

40. Алгоритм поиска контура и построение диаграммы порядка.

41. Теорема о связном подграфе.

42. Деревья. Теорема о шести эквивалентных определениях дерева.

43. Задача о кратчайшем остовном дереве. Алгоритм Прима.

44. Алгоритм Краскала.

45. Задача о кратчайшем пути. Алгоритм Дейкстры.

46. Алгоритм Левита.

47. Задача о кратчайшем дереве путей.

48. Сетевой график и критические пути. Нахождение резервов работ.

49. Задача о максимальном паросочетании в графе. Алгоритм построения.

50. Теорема Кенига.

51. Алгоритм построения контролирующего множества.

52. Задача о назначениях. Венгерский метод.

53. Задача коммивояжера. Метод ветвей и границ.

54. Метод динамического программирования. Задача линейного раскроя.

55. Приближенные методы решения задачи коммивояжера.

56. Алгоритмы с гарантированной оценкой точности.

57. Жадные алгоритмы. Задача о системе различных представителей.

58. Приближенные методы решения дискретных задач.

59. Конечные автоматы.

60. Числа Фибоначчи. Производящие функции.

61. Числа Каталана.

*Проверяемые компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ПКП-1, ПКП-3, ПКП-4, УК-1, УК-2, УКБ-2, УКБ-3*

*Сформированность компетенций считается пропорционально доле успешных ответов на вопросы и выполненности заданий.*

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

Для оценки обучающимися содержания и качества учебного процесса применяется анкетирование в соответствии с методикой и графиком, утвержденными в установленном порядке.

**3.2. Кадровое обеспечение**

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

К проведению лекционных и практических занятий должны привлекаться преподаватели, имеющие диплом о высшем образовании по соответствующему направлению.

**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**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные стандартным оборудованием, используемым для обучения в СПбГУ в соответствии с требованиями материально-технического обеспечения.

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

Стандартное оборудование, используемое для обучения в СПбГУ.

MS Windows, MS Office, Mozilla FireFox, Google Chrome, Acrobat Reader DC, WinZip, Антивирус Касперского.

**3.3.3. Характеристики специализированного оборудования**

Специализированное оборудование не требуется.

**3.3.4. Характеристики специализированного программного обеспечения**

Специализированное программное обеспечение не требуется.

**3.3.5. Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Маркеры для доски, губка.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1. Список обязательной литературы**

1. Романовский И. В. Дискретный анализ: Учебное пособие для обучающихся, специализирующихся по прикладной математике и информатике. — 4-е изд., испр. и доп. — СПб.: Невский Диалект; БХВ-Петербург, 2008. — 336 с.
2. Дасгупта С. и др. Алгоритмы. Пер. с англ. под ред. А. Шеня. –– М.: МЦНМО, 2014. –– 320 с.

**3.4.2. Список дополнительной литературы**

1. Новиков Ф.А., Дискретная математика для программистов, изд. 3. Питер. 2008
2. Журавлев Ю.И., Флеров Ю.А., Вялый М.Н., Дискретный анализ. Формальные системы и алгоритмы. М.: Физматгиз. 2010.
3. Липский В., Комбинаторика для программистов. М.: Мир. 1988.
4. Гасфилд Д. Строки, деревья и последовательности в алгоритмах, БХВ-Петербург – Невский диалект. 2003.
5. Касьянов В.Н., Евстигнеев В.А. Графы в программировании: обработка, визуализация и применение. БХВ-Петербург. 2003.
6. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ, М.: МЦИМО. 2008.
7. Макконен Д. Анализ алгоритмов. М.: Техносфера.2002.

**3.4.3. Перечень иных информационных источников**

* Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: <http://www.library.spbu.ru/>
* Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ:

<http://www.library.spbu.ru/cgi-bin/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS>

* Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ:

<http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/>

* Перечень ЭБС, на платформах которых представлены российские учебники, находящиеся в доступе СПбГУ: <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/browse?name=rures&resource_type=8>

**Раздел 4. Разработчики программы**

Григорьева Наталья Сергеевна, к.ф-м.н, доцент, n.s.grigorieva@spbu.ru

Смирнов Кирилл Константинович, ассистент, k.k.smirnov@spbu.ru