**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Алгоритмы и структуры данных

Algorithms and Data Structures

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 2

Регистрационный номер рабочей программы: 003583

2021

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Ознакомление обучающихся с фундаментальными структурами данных и абстрактными алгоритмами их обработки; ознакомление с представлением и протоколами обработки служебных данных ЯВУ; получение знаний по универсальным подходам к проектированию алгоритмов.

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

Программа курса предназначена для обучающихся 2 семестра бакалавриата и рассчитана на учащихся, изучавших математический анализ, алгебру, дискретную математику, основы программирования в первом семестре.  
Максимальная эффективность программы будет обеспечена при условии, что обучающиеся:  
• владеют основами анализа алгоритмов;  
• владеют основами программирования, достаточными для составления программ по описанным алгоритмам.

**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 | Универсальные компетенции | УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | Понимать алгоритмы обработки данных, смоделированных при помощи фундаментальных структур: стандартных арифметических типов, строк, массивов, списков, деревьев, графов, хеш-таблиц. | УК 1.4. Оценивает достоинства, недостатки и последствия вариантов решения поставленных задач; |
| 2 | Универсальные компетенции | 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 | Знать ключевые подходы к выбору механизмов представления данных, владеть универсальными подходами к проектированию и реализации алгоритмов | УКБ-3.3. Получает информацию и сохраняет ее в удобном для работы формате. |

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

Лекции 10 ак. ч.  
Самостоятельная работа по методическим материалам 10 ак. ч.

**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 2 | 30 |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 30 |  | 10 |  | 20 | 2 |
|  | 2-42 |  |  |  |  |  |  |  | 2-25 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| ИТОГО | 30 |  |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 30 |  | 10 |  | 20 | 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 2 |  |  | зачёт, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

Период обучения (модуль): Семестр 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий | Количество часов |
| Ⅰ | Представление атомарных структур данных | Лекции | 5 |
| Сам. работа по мет. материалам | 5 |
| Ⅱ | Линейные контейнеры | Лекции | 3 |
| Сам. работа по мет. материалам | 3 |
| Ⅲ | Деревья и графы | Лекции | 9 |
| Сам. работа по мет. материалам | 9 |
| Ⅳ | Хеш-таблицы | Лекции | 3 |
| Сам. работа по мет. материалам | 3 |
| Ⅴ | Служебные структуры данных ЯВУ | Лекции | 6 |
| Сам. работа по мет. материалам | 6 |
| Ⅵ | Универсальные подходы к проектированию и реализации алгоритмов | Лекции | 4 |
| Сам. работа по мет. материалам | 4 |
|  | Промежуточная аттестация | Промежуточная аттестация (зачет) | 2 |
| Сам. работа | 10 |

На лекционных занятиях преподаватель рассказывает материал курса согласно следующему содержанию в разбивке по разделам:

1. Представление атомарных структур данных.
   1. Символ, набор символов. Алфавит. Последовательное и параллельное кодирование. Кодировки. Набор символов Unicode и его представления.
   2. Числа. Представление значений числами, абсолютная и относительная погрешности.
   3. Позиционные системы счисления. Дополнительные коды и симметричные системы, троичные логика и арифметика.
   4. Числа с плавающей запятой. Распределение. Точность и диапазоны. Варианты представления комплексных величин и их распределения.
2. Линейные контейнеры.
   1. Назначение линейных контейнеров.
   2. Массивы. Преимущества и недостатки.
   3. Списки. Преимущества и недостатки. Способы реализации списков. Способы оптимизации работы списков.
3. Деревья и графы.
   1. Назначение и варианты применения деревьев.
   2. Особенности и реализация AVL-деревьев.
   3. Особенности и реализация B-деревьев.
   4. Особенности реализации декартовых деревьев.
   5. Особенности и реализация красно-черных деревьев.
   6. Назначение, варианты применения и способы реализации графов.
4. Хеш-таблицы.
   1. Назначение хеш-таблиц.
   2. Хеш-функции. Распределение хеш-функций. Примеры хеш-функций.
   3. Структура хеш-таблиц. Способы расширения и перестройки.
   4. Распределенные хеш-таблицы. Децентрализованные хранилища данных.
5. Служебные структуры данных ЯВУ.
   1. Строки. Представление при помощи массивов. Представление при помощи списков. Представление при помощи деревьев.
   2. Массивы. Представление одномерных и многомерных массивов. Векторы Айлифа.
   3. Назначение кучи. Тривиальные методы организации кучи. Куча для элементов фиксированного и произвольного размера.
   4. Иерархии наследования.
   5. Таблицы виртуальных методов при одиночном наследовании.
   6. Таблицы методов и смещений при прямом и виртуальном множественном наследовании.
   7. Таблицы виртуальных методов иерархий интерфейсов с множественным наследованием.
   8. Таблицы виртуальных методов динамических языков.
6. Универсальные подходы к проектированию и реализации алгоритмов.
   1. Распараллеливание независимых частей задачи.
   2. Распараллеливание сортировки данных.
   3. Распараллеливание и различные оптимизация алгоритмов умножения матриц.
   4. Алгоритмы поиска оптимальных решений.
   5. Жадные алгоритмы. Примеры задач.
   6. Динамические алгоритмы. Примеры задач перебора с отсечением. Примеры задач обхода в ширину.

**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, учебные пособия, методические указания для обучающихся, Интернет-ресурсы, электронные учебные пособия, с опорой на которые проводится аудиторная работа.  
  
Для освоения дисциплины обучающиеся должны посещать лекции и практические занятия, выполнять задания преподавателей.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

При самостоятельном изучении теоретического материала, выполнении практических заданий и во время подготовки доклада целесообразно использовать рекомендованную основную и дополнительную литературу. 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 обучающимися осуществляется в форме консультаций. Преподаватели также оказывают помощь обучающимся по планированию и организации самостоятельной работы.

Во время занятий могут цитироваться и демонстрироваться выдержки из следующих источников:

1. Кормен, Томас. Алгоритмы: построение и анализ: учебник / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест. - М.: МЦНМО: БИНОМ, 2004. - 955 с.

2. Кубенский, Александр Александрович. Структуры и алгоритмы обработки данных: Объектно-ориентированный подход и реализация на С++ : Учебное пособие / А. А. Кубенский ; ред. Е. Кондукова. - СПб. : БХВ-Петербург, 2005. - 464 с.

3. Тоби Сегаран. Программируем коллективный разум: [пер. с англ.] // М. — Символ-Плюс, 2008, 368 с.

4. Кузнецов С. Д. Методы сортировки и поиска. ИСП РАН, Центр Информационных Технологий.

5. Онлайн-курс «Структуры данных» https://www.coursera.org/learn/data-structures

6. Онлайн-курс «Структуры и алгоритмы» https://www.coursera.org/specializations/data-structures-algorithms разделы 1 «Algorithmic Toolbox» и 2 «Структуры данных»

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

Зачёт теоретический, в классической устной форме. В начале зачёта обучающийся получает 2 случайных вопроса из первой и второй половин списка в п. 3.1.4, в течение академического часа готовит развёрнутый ответ по тематике билета. Также обучающийся на усмотрение преподавателя может получить дополнительные вопросы для краткого немедленного ответа.

Применяются следующие критерии оценивания.

Оценки за все ответы оцениваются по процентной шкале от 0% (нет ответа) до 100% (очень хороший ответ) и усредняются.

| Полнота и качество ответов | Оценка ECTS | Аттестация СПбГУ |
| --- | --- | --- |
| Всестороннее, глубокое и систематическое знание учебного материала (90%-100%) | A | зачтено |
| Допущены неточности в ответе, непринципиальные ошибки, исправленные самостоятельно после наводящих вопросов (80%-89%) | B |
| Допущены неточности в ответе, методы и алгоритмы описаны схематично (70%-79%) | C |
| Допущены существенные ошибки, но обучающийся обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя. Обучающийся знаком с основной литературой, рекомендованной программой (61%-69%) | D |
| Допущены грубые ошибки, но очевидно знание материала в минимальном объёме (50%-60%) | E |
| менее 50% | F | не зачтено |

Вместо ответа на один из основных (не дополнительных) вопросов обучающийся может предъявить результат освоения одного из рекомендованных онлайн-курсов:

* Онлайн-курс «Структуры данных» <https://www.coursera.org/learn/data-structures>
* Онлайн-курс «Структуры и алгоритмы» <https://www.coursera.org/specializations/data-structures-algorithms> разделы 1 «Algorithmic Toolbox» и 2 «Структуры данных»

При этом преподаватель обязательно задаёт минимум один дополнительный вопрос. Балл за освоение онлайн-курса засчитывается в линейной пропорции: максимальный балл соответствует 100%, половина балла — 50% и т.д.

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

**Вопросы промежуточной аттестации**

1. Буква, символ, алфавит; кодирование и кодировки до Unicode.
2. Unicode: пространство символов; модификаторы; нормализация; сравнение; кодировки.
3. Абсолютная и относительная погрешности; позиционные системы счисления; дополнительный код.
4. Симметричные системы; троичные арифметика и логика.
5. Числа с плавающей запятой; нормализация; распределение.
6. Комплексные числа, распределение разных представлений.
7. Назначение линейных контейнеров; преимущества и недостатки массивов.
8. Преимущества и недостатки списков; способы реализации списков; оптимизация работы списков: шитые и иерархические списки.
9. Назначение, преимущества и недостатки деревьев.
10. AVL - деревья.
11. B - деревья.
12. R - деревья.
13. Красно-черные деревья.
14. Декартовы деревья.
15. Представления графов.
16. Хеш-таблицы: назначение, подходы к расширению, преимущества и недостатки перед деревьями.
17. Хеш-функции: требуемые свойства, примеры.
18. Распределенные хеш-таблицы.
19. Строки; представление строк при помощи массивов, списков и деревьев (ациклических графов).
20. Назначение кучи; куча для элементов одинакового размера.
21. Тривиальная организация кучи; дефрагментация.
22. Оптимизация дефрагментации методом граничных маркеров.
23. Метод двоичных близнецов.
24. Массивы; представление многомерных массивов при помощи векторов Айлифа.
25. Представление контекста вложенных процедур при помощи цепочек фреймов и мониторов.
26. Передача процедур "вниз" по цепочке вызовов; поддержание статической цепочки.
27. Произвольная передача замыканий (процедур с контекстом) с копированием или динамическим выделением контекста.
28. Генетические алгоритмы.
29. Вдумчивые и конструктивные замечания по программе курса.
30. Таблица виртуальных методов при одиночном наследовании.
31. Таблица виртуальных методов и смещений для невиртуального множественного наследования.
32. Таблица виртуальных методов и смещений для виртуального множественного наследования.
33. Виртуальные таблицы для одиночного наследования и множественной реализации интерфейсов.
34. Виртуальные таблицы для динамических языков.
35. Распараллеливание алгоритмов на примере сортировок с и без использования дополнительной памяти; ускорение и эффективность, распараллеливание и оптимизация умножения квадратных матриц.
36. Жадные и динамические алгоритмы.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Код индикатора и индикатор достижения универсальной компетенции | Контрольно-измерительные материалы (КИМ) (тестовые вопросы, контрольные задания, кейсы и пр.) |
|  | 1 | 2 |
| 1 | УК 1.4. Оценивает достоинства, недостатки и последствия вариантов решения поставленных задач; | Ответы на вопрос зачёта и на дополнительный вопрос оцениваются независимо по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хорошо), далее оценка усредняется. Результат переводится в диапазон от 0 до 100 |
| 2 | УКБ-3.3. Получает информацию и сохраняет ее в удобном для работы формате. | Ответы на вопрос зачёта и на дополнительный вопрос оцениваются независимо по шкале от 0 (нет ответа) до 10 (очень хорошо), далее оценка усредняется. Результат переводится в диапазон от 0 до 100 |

**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 преподаванию дисциплины могут быть допущены преподаватели, имеющие диплом о высшем образовании по соответствующему направлению.

**3.2.2 Обеспечение учебно-вспомогательным и (или) иным персоналом**

Специальных требований нет

**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**

Не предусмотрено.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

Не предусмотрено.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Цветные маркеры и средства очистки для маркерной доски.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список литературы**

1. Ахо, Альфред. Структуры данных и алгоритмы: Пер. с англ. / А. В. Ахо, Д. Э. Хопкрофт, Д. Д. Ульман ; ред. С. Н. Тригуб. - М. ; СПб. ; Киев : Вильямс, 2003-2016. – 382 с.
2. Кнут, Дональд Эрвин. Искусство программирования. Т.1-3. / Д. Э. Кнут ; ред. Ю. В. Козаченко. - М. ; СПб. ; Киев : Вильямс. – 2005-2013.
3. Алгоритмы: Построение и анализ: Пер. с англ. / Т. Х. Кормен [и др.]. - 2-е изд. - М.; СПБ ; Киев : Издательский дом "Вильямс", 2012-2014. - 1290 с.

**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%20type=8>

**Раздел 4. Разработчики программы**

Луцив Дмитрий Вадимович  
к.ф.-м.н., доцент каф. системного программирования d.lutsiv@math.spbu.ru