**Санкт-Петербургский государственный университет**

**Р А Б О Ч А Я П Р О Г Р А М М А**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Математические основы алгоритмов

Mathematical Foundations of Algorithms

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 6

Регистрационный номер рабочей программы: 062550

Санкт-Петербург

2020

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Сообщение сведений о математических принципах, лежащих в основе алгоритмов, в объеме, необходимом для общего развития и изучения смежных дисциплин цикла теоретической информатики. Усвоение основных алгоритмов и связанных с ними идей, понятий и фактов, умение применять их на практике при программировании ЭВМ.

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

Владение курсом "Дискретная математика".

**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: начальное обучение программированию, понятие алгоритма, методы "разделяй и властвуй" и динамическое программирование, алгоритмы на строках и графах, алгоритмы на графах и потоки в сетях, хэширование и жадные алгоритмы, вероятностные, приближённые и параллельные алгоритмы, быстрое преобразование Фурье; уметь применять полученные знания на практике при программировании ЭВМ. Дисциплина участвует в формировании компетенций обучающихся по образовательной программе, установленных учебным планом для данной дисциплины.

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

Лекции 56 часов, практические занятия 58 часа, контрольные работы 2 часа, промежуточная аттестация (2 зачет и экзамен) 6 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Семестр 1 | 24 |  |  | 26 |  | 2 |  |  | 2 |  |  |  | 11 |  | 7 |  | 30 | 2 |
|  | 2-100 |  |  | 10-25 |  | 10-25 |  |  | 10-25 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| Семестр 2 | 32 |  | 2 | 32 |  |  |  |  | 4 |  |  |  |  |  | 74 |  | 12 | 4 |
|  | 2-100 |  | 2-100 | 10-25 |  |  |  |  | 1- |  |  |  |  |  | 1- |  |  |  |
| ИТОГО | 56 |  | 2 | 58 |  | 2 |  |  | 6 |  |  |  | 11 |  | 81 |  |  | 6 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |  |  |
| Семестр 2 |  |  | зачёт, устно, традиционная форма, экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации, по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий | Количество часов |
| 1 | Начальное обучение программированию | Лекции | 0 |
| практические занятия | 0 |
| практикум по программированию | 12 |
| по методическим материалам | 42 |
| 2 | Контрольная работа | контрольная работа | 2 |
| 3 | Понятие алгоритма | Лекции | 2 |
| практические занятия | 0 |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 42 |
| 4 | Методы "разделяй и властвуй", динамическое программирование | Лекции | 11 |
| практические занятия | 9 |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 42 |
| 5 | Алгоритмы на строках и графах | Лекции | 11 |
| практические занятия | 9 |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 42 |
| 6 | Зачет | промежуточная аттестация (ауд) | 2 |

**Раздел 1:** Начальное обучение программированию.

Язык C++, написание программ на нём.

Использование стандартной библиотеки языка C++.

**Раздел 2:** Понятие алгоритма.

1. Понятие алгоритма. Модели алгоритмов: машина Тьюринга. Существование неразрешимых задач.

2. Модели алгоритмов: машина с произвольным доступом к памяти (RAM), псевдокод. Реализация рекурсии при помощи стека.

**Раздел 3:** Методы "разделяй и властвуй", динамическое программирование.

3. Понятие алгоритма. Модели алгоритмов: машина Тьюринга. Существование неразрешимых задач.

4. Модели алгоритмов: машина с произвольным доступом к памяти (RAM), псевдокод.

Реализация рекурсии при помощи стека.

5. Метод <<разделяй и властвуй>>. Быстрое умножение Карацубы, анализ времени работы.

6. Быстрое умножение матриц, алгоритм Штрассена.

7. Основная теорема о времени работы рекурсивных алгоритмов.

8. Быстрое умножение булевых матриц через числовые. Метод четырёх русских.

9. Сортировка вставкой, сортировка слиянием. Куча, действия над нею, сортировка кучей.

10. <<Быстрая сортировка>>, среднее время работы.

11. Нахождение i-го по величине элемента массива.

12. Нижняя оценка числа сравнений при сортировке. Сортировка подсчётом. Поразрядная сортировка.

13. Структуры данных для представления множеств: вектор, список, двоичное дерево поиска. Основные операции (поиск, вставка, удаление, следующий, предыдущий, наибольший, наименьший), сложность их реализации. Представление множеств строк префиксным деревом.

14. АВЛ-деревья. Реализация операций над ними, их сложность.

15. 2-3-деревья, 2-3-4-деревья, B-деревья. Реализация операций над ними, их сложность.

16. Метод динамического программирования. Задача о разделении стержня. Задача о порядке умножения матриц.

17. Нахождение наибольшей общей подпоследовательности: <<народный>> алгоритм, алгоритм Хиршберга.

**Раздел 2:** Алгоритмы на строках и графах.

18. Поиск в строке. Алгоритм Кнута--Морриса--Пратта.

19. Конечные автоматы. Реализация алгоритма Кнута--Морриса--Пратта на конечном автомате. Алгоритм Ахо--Корасик.

20. Суффиксное дерево для строки, алгоритм Укконена.

21. Сжатие данных: LZ77 и LZW, метод Берроуза--Вилера.

22. Поиск в ширину в ориентированном графе. Кратчайшие пути в графе с весами. Алгоритм Беллмана--Форда.

23. Алгоритм Дейкстры. Очередь с приоритетами и её реализация.

24. Кратчайшие пути в графе между всеми парами вершин. Транзитивное замыкание матриц. Алгоритм Варшалла. Кратчайшие пути с весами, алгоритм Флойда--Варшалла. Применение умножения матриц.

Период обучения (модуль): **Семестр 2**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование темы (раздела, части) | Вид учебных занятий | Количество часов |
| 1 | Алгоритмы на графах и потоки в сетях | Лекции | 6 |
| практические занятия | 2 |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 3 |
| 2 | Хэширование и жадные алгоритмы | Лекции | 6 |
| практические занятия | 2 |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 2 |
| 3 | Вероятностные, приближённые и параллельные алгоритмы | Лекции | 6 |
| практические занятия | 2 |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 3 |
| 4 | Быстрое преобразование Фурье | Лекции | 6 |
| практические занятия | 2 |
| в присутствии преподавателя |  |
| по методическим материалам | 2 |
| 5 | Экзамен | промежуточная аттестация (ауд) | 2 |
| промежуточная аттестация (с.р.) | 21 |

**Раздел 1:** Алгоритмы на графах и потоки в сетях.

1. Поиск в глубину в ориентированном графе. Топологическая сортировка. Нахождение компонентов сильной связности.

2. Структура данных для непересекающихся множеств. Нахождение компонентов связности в неориентированном графе.

3. Нахождение наименьшего остовного дерева: алгоритм Крускала, алгоритм Прима.

4. Потоки в сетях: метод Форда--Фалкерсона, достаточное условие его завершимости и время работы.

5. Пример, на котором метод Форда--Фалкерсона может ошибиться. Алгоритм Эдмондса--Карпа.

6. Алгоритм проталкивания предпотока. Алгоритм "поднять-и-в-начало".

**Раздел 2:** Хэширование и жадные алгоритмы.

7. Хэш-таблицы: реализация со списками, открытая адресация. Среднее время поиска элемента.

8. Полиномиальное хэширование строк. Алгоритм Рабина--Карпа для поиска в строке. Нахождение наибольшей общей подстроки.

9. Жадный алгоритм для задачи о выборе заявок. Построение кода Хаффмана жадным алгоритмом. Жадный приближённый алгоритм для задачи о покрытии множествами (с весами).

10. Арифметическое кодирование.

**Раздел 3:** Вероятностные, приближённые и параллельные алгоритмы

11. Вероятностные алгоритмы. Вероятностный алгоритм для проверки умножения матриц. Алгоритм Рабина--Миллера для проверки простоты числа. Вероятностный вариант быстрой сортировки.

12. Приближённые алгоритмы. Приближённый алгоритм для нахождения вершинного покрытия. Алгоритм Христофидеса для метрической задачи коммивояжёра.

13. Параллельные алгоритмы, булевы схемы как вычислительная модель. Принцип Брента. Параллельные алгоритмы для умножения матриц и достижимости в графе. Параллельный алгоритм для подсчёта префиксных сумм, параллельное сложение и умножение чисел. Параллельный вариант быстрой сортировки.

**Раздел 4:** Быстрое преобразование Фурье

14. Дискретное преобразование Фурье. Теоремы о свёртке. Быстрое дискретное преобразование Фурье. Умножение полиномов.

15. Алгоритм Шёнхаге-Штрассена для умножения чисел (с анализом времени работы).

**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 зачета**Зачет проводится в устной форме. Для получения зачета необходимо решить 60% задач, предлагаемых в течение семестра. В случае, если к моменту проведения зачета студент решил меньшее количество задач, на зачете ему предлагаются задачи аналогичные по тематике и сложности. Задачи даются в форме практических заданий (написание программы для ЭВМ). Возможна выдача задач повышенной сложности, решение которых засчитывается в качестве индивидуальных достижений студента (при подаче заявок на именные стипендии, конкурсы и т.п.); сдача таких заданий проводится в устной форме.

**Методика проведения экзамена**

Экзамен проводятся 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) и правильные ответы на несложные дополнительные вопросы.

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 1**

Темы **практических заданий**:

1. Основные конструкции языка C и структуры данных.

2. Основные конструкции языка C++, использование стандартных библиотек, рекурсивные структуры данных.

3. Сортировки. Кучи. Порядковые статистики. Бинарный поиск.

4. Метод "разделяй и властвуй".

5. Динамическое программирование.

**Список вопросов к экзамену:**

1. Понятие алгоритма. Модели алгоритмов: машина Тьюринга. Существование неразрешимых задач.

2. Модели алгоритмов: машина с произвольным доступом к памяти (RAM), псевдокод.

Реализация рекурсии при помощи стека.

3. Метод <<разделяй и властвуй>>. Быстрое умножение Карацубы, анализ времени работы.

4. Быстрое умножение матриц, алгоритм Штрассена.

5. Основная теорема о времени работы рекурсивных алгоритмов.

6. Быстрое умножение булевых матриц через числовые. Метод четырёх русских.

7. Сортировка вставкой, сортировка слиянием. Куча, действия над нею, сортировка кучей.

8. <<Быстрая сортировка>>, среднее время работы.

9. Нахождение i-го по величине элемента массива.

10. Нижняя оценка числа сравнений при сортировке. Сортировка подсчётом. Поразрядная сортировка.

11. Структуры данных для представления множеств: вектор, список, двоичное дерево поиска. Основные операции (поиск, вставка, удаление, следующий, предыдущий, наибольший, наименьший), сложность их реализации. Представление множеств строк префиксным деревом.

12. АВЛ-деревья. Реализация операций над ними, их сложность.

13. 2-3-деревья, 2-3-4-деревья, B-деревья. Реализация операций над ними, их сложность.

14. Метод динамического программирования. Задача о разделении стержня. Задача о порядке умножения матриц.

15. Нахождение наибольшей общей подпоследовательности: <<народный>> алгоритм, алгоритм Хиршберга.

16. Поиск в строке. Алгоритм Кнута--Морриса--Пратта.

17. Конечные автоматы. Реализация алгоритма Кнута--Морриса--Пратта на конечном автомате. Алгоритм Ахо--Корасик.

18. Суффиксное дерево для строки, алгоритм Укконена.

19. Сжатие данных: LZ77 и LZW, метод Берроуза--Вилера.

20. Поиск в ширину в ориентированном графе. Кратчайшие пути в графе с весами. Алгоритм Беллмана--Форда.

21. Алгоритм Дейкстры. Очередь с приоритетами и её реализация.

22. Кратчайшие пути в графе между всеми парами вершин. Транзитивное замыкание матриц. Алгоритм Варшалла. Кратчайшие пути с весами, алгоритм Флойда--Варшалла. Применение умножения матриц.

Период обучения (модуль): **Семестр 2**

Темы **практических заданий**:

1. Поиск в ширину и глубину. Динамическое программирование на дереве. Кратчайшие пути.

2. Жадные алгоритмы. Минимальный остов.

3. Параллельные алгоритмы.

4. Приближённые алгоритмы.

5. Вероятностные алгоритмы.

**Список вопросов к экзамену:**

1. Поиск в глубину в ориентированном графе. Топологическая сортировка. Нахождение компонентов сильной связности.

2. Структура данных для непересекающихся множеств. Нахождение компонентов связности в неориентированном графе.

3. Нахождение наименьшего остовного дерева: алгоритм Крускала, алгоритм Прима.

4. Потоки в сетях: метод Форда--Фалкерсона, достаточное условие его завершимости и время работы.

5. Пример, на котором метод Форда--Фалкерсона может ошибиться. Алгоритм Эдмондса--Карпа.

6. Алгоритм проталкивания предпотока. Алгоритм "поднять-и-в-начало".

7. Хэш-таблицы: реализация со списками, открытая адресация. Среднее время поиска элемента.

8. Полиномиальное хэширование строк. Алгоритм Рабина--Карпа для поиска в строке. Нахождение наибольшей общей подстроки.

9. Жадный алгоритм для задачи о выборе заявок. Построение кода Хаффмана жадным алгоритмом. Жадный приближённый алгоритм для задачи о покрытии множествами (с весами).

10. Арифметическое кодирование.

11. Вероятностные алгоритмы. Вероятностный алгоритм для проверки умножения матриц. Алгоритм Рабина--Миллера для проверки простоты числа. Вероятностный вариант быстрой сортировки.

12. Приближённые алгоритмы. Приближённый алгоритм для нахождения вершинного покрытия. Алгоритм Христофидеса для метрической задачи коммивояжёра.

13. Параллельные алгоритмы, булевы схемы как вычислительная модель. Принцип Брента. Параллельные алгоритмы для умножения матриц и достижимости в графе.

14. Параллельный алгоритм для подсчёта префиксных сумм, параллельное сложение и умножение чисел. Параллельный вариант быстрой сортировки.

15. Дискретное преобразование Фурье. Теоремы о свёртке. Быстрое дискретное преобразование Фурье. Умножение полиномов.

16. Алгоритм Шёнхаге-Штрассена для умножения чисел (с анализом времени работы).

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

Анкета для студентов для оценки качества преподавания курса.

Просим Вас заполнить анкету-отзыв по прочитанной дисциплине. Обобщенные данные анкет будут использованы для ее совершенствования. По каждому вопросу проставьте соответствующие оценки по шкале от 1 до 10 баллов (обведите выбранный Вами балл). В

случае необходимости впишите свои комментарии.

1. Насколько Вы удовлетворены содержанием дисциплины в

целом?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

2. Насколько Вы удовлетворены общим стилем преподавания?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

3. Как Вы оцениваете качество подготовки предложенных

методических материалов?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4. Насколько Вы удовлетворены использованием

преподавателями активных методов обучения?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5. Какой из модулей (разделов) дисциплины Вы считаете наиболее полезным, ценным с точки зрения дальнейшего обучения и/или

применения в последующей практической деятельности?

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

6. Что бы Вы предложили изменить в методическом и

содержательном плане для совершенствования преподавания данной

дисциплины?

Комментарий\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

СПАСИБО!

**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**

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 требуется

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

не требуется

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Мел — не менее 2 кусков на час лекционных занятий, фломастеры для доски, губка

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, И. Ривест, К. Штайн. Алгоритмы: построение и анализ. – М., СПб, Киев: Издательский дом “Вильямс”, 2012.

2. Н. Вирт. Алгоритмы и структуры данных. Новая версия для Оберона. – М.: ДМК Пресс, 2014.

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. А. Х. Шень. Программирование: теоремы и задачи. – М.: МЦНМО, 2007.

http://www.mccme.ru/free-books/shen/shen-progbook.pdf

2. М. А. Бабенко, М. В. Левин. Введение в теорию алгоритмов и структур данных. – М.: МЦНМО, 2012.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

1. Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: http://www.librarv.spbu.ru/

2. Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: http://www.librarv.spbu.ru/cgibin/irbis64r/cgiirbis 64.ехе?С21 COM=F&I21 DBN=IBIS&P21 DBN=IBIS

3. Перечень электронных ресурсов, находящихся в доступе СПбГУ: http://cufts.librarv.spbu.ru/CRDB/SPBGU/

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

**Раздел 4. Разработчики программы**

Эдуард Алексеевич Гирш, доктор физ.-мат. наук, профессор СПбГУ, hirsch@pdmi.ras.ru

Александр Сергеевич Охотин, Ph.D., профессор СПбГУ, alexander.okhotin@spbu.ru