**Санкт-Петербургский государственный университет**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Технология преобразования последовательных программ в параллельные

Technology for Transformation of Sequential Programs to Parallel Programs

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 3

Регистрационный номер рабочей программы: 038172

Санкт-Петербург

2020

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Сформировать у слушателей общее представление о содержании, задачах и методах современной технологии преобразования последовательных программ в параллельные как самостоятельной научной и инженерной дисциплины, о диапазоне и разнообразии ее типичных приложений.

Обеспечить формирование принципов системного, аналитического и алгоритмического принципов мышления и соответствующих навыков для работы в области технологии преобразования последовательных программ в параллельные, необходимых для решения различных научных и практических задач, включая этапы постановки и решения задачи или проекта, отбора необходимых технических средств, обеспечения информационной безопасности программного обеспечения, а также формирование соответствующих компетенций, в том числе навыков работы в коллективе.

Поставленные цели достигаются путём решения следующих задач курса: изучение общих структур и подходов в предметных областях основных разделов технологии преобразования последовательных программ в параллельные, ознакомление с методологиями и структурами данных соответствующих разделов параллельных алгоритмов; развитие навыков самостоятельного решения практических задач.

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

Знание основ информатики, программирования и математики в пределах бакалаврской подготовки.

Дисциплина «Технология преобразования последовательных программ в параллельные» является базовым основным курсом в подготовке профессионального математика-программиста и служит основой для изучения других специальных дисциплин.

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

В процессе изучения дисциплины «Технология преобразования последовательных программ в параллельные» обучаемые приобретают следующие

**знания:**

• сущности и значения информации в развитии общества, основных методов, способов и средств получения, хранения, переработки информации;

• современных тенденций развития программного обеспечения широкого диапазона типов вычислительных систем, в том числе суперкомпьютерных комплексов;

• современных методов анализа и синтеза сложных проектов и проектирования программных средств для решения современных задач в различных прикладных областях;

• современных парадигм распараллеливания вычислительных алгоритмов, языков программирования и базовых алгоритмов для реализации сложных проектов;

• принципов организации программных комплексов: СУБД, операционных систем, информационных систем; принципов взаимодействия их внутренних механизмов.

**умения:**

• работать с компьютером как средством управления информацией, в том числе в глобальных компьютерных сетях;

• соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны;

• реализовывать решения, направленные на поддержку социально значимых проектов, на повышение электронной грамотности населения, обеспечения общедоступности информационных услуг;

• использовать в научной и познавательной деятельности, а также в социальной сфере профессиональные навыки работы с информационными и компьютерными технологиями;

• использовать нормативные правовые документы в своей деятельности, действовать в условиях гражданского общества;

• критически переосмысливать свой опыт, адаптироваться к различным ситуациям, проявлять творческий подход, инициативу и настойчивость в достижении целей профессиональной деятельности;

• делать анализ и грамотную оценку эффективности разрабатываемых алгоритмов;

**навыки**

• работы с информацией из различных источников, включая сетевые ресурсы сети Интернет, для решения профессиональных задач;

• осуществления целенаправленного поиска информации о технологических достижениях в сети Интернет и из других источников;

• применения в профессиональной деятельности современных языков программирования и языков баз данных, операционных систем, электронных библиотек и пакетов программ, сетевых технологий;

• взаимодействия с коллегами, работы в коллективе.

Знать содержание дисциплины «Технология преобразования последовательных программ в параллельные», в частности, иметь базовые представления о технологии преобразования последовательных программ в параллельные, об основных требованиях и средствах их реализации.

Уметь формализовывать поставленные задачи и реализовывать сложные программные комплексы как с точки зрения грамотной профессиональной разработки различного рода проектов, так и с точки зрения управления психологическим климатом в процессе работы в коллективе разработчиков для достижения эффективного результата.

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

В качестве основных интерактивных форм предполагается проведение семинарских занятий.

Также предполагается, что самостоятельную работу в предлагаемом курсе учащиеся выполняют с обязательным использованием компьютера.

Построение курса подразумевает постоянное акцентирование внимания учащихся на профессиональном, этическом и социальном контексте формирования и использования изучаемых средств и методов параллельных алгоритмов.

**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 5** |  | 30 |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 73 |  | 3 |  | 30 | 3 |
|  |  | 1-25 |  |  |  |  |  |  | 1-25 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| **ИТОГО** |  | 30 |  |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 73 |  | 3 |  |  | 3 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Формы текущего контроля успеваемости, виды промежуточной и итоговой аттестации | | | | | | |
| Период обучения | Формы текущего контроля успеваемости | | Виды промежуточной аттестации | | Виды итоговой аттестации  (только для программ итоговой аттестации и дополнительных образовательных программ) | |
| Формы | Сроки | Виды | Сроки | Виды | Сроки |
| ОСНОВНАЯ ТРАЕКТОРИЯ | | | | | | |
| очная форма обучения | | | | | | |
| Семестр 5 |  |  | зачёт, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

Период обучения: **Семестр 5**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п.п.** | **Наименование темы (раздела, части)** | **Вид учебных занятий** | **Кол-во часов** |
| 1. | Тема 1.  Параллельные компьютеры и вычисления | семинар | 5 |
| по метод. материалам | 12 |
| интерактивные формы | 5 |
| 2. | Тема 2.  Способы параллельного программирования | семинар | 5 |
| по метод. материалам | 13 |
| интерактивные формы | 5 |
| 3. | Тема 3.  Проблемы параллельной реализации | семинар | 5 |
| по метод. материалам | 12 |
| интерактивные формы | 5 |
| 4. | Тема 4.  Количественные характеристики параллельной программы | семинар | 5 |
| по метод. материалам | 12 |
| интерактивные формы | 5 |
| 5. | Тема 5. Соединение компонент программы | семинар | 5 |
| по метод. материалам | 12 |
| интерактивные формы | 5 |
| 6 | Тема 6. Получение случайных чисел на параллельной системе | семинар | 5 |
| по метод. материалам | 12 |
| интерактивные формы | 5 |
| 7 | Промежуточная аттестация | промежуточная аттестация (сам.раб.) | 3 |
| промежуточная аттестация (зачет) | 2 |
| **Итого** | | | **108** |

**Тема 1. Параллельные компьютеры и вычисления**

Тенденции в вычислениях, в разработке компьютеров и в сетевых технологиях. Обзор типов параллельных компьютеров. Модели программирования на параллельных системах. Примеры параллельных алгоритмов (конечные разности, парные взаимодействия, поиск).

**Тема 2. Способы параллельного программирования**

Разложение алгоритма на составляющие. Функциональная декомпозиция алгоритма. Анализ качества декомпозиции. Локальные и глобальные коммуникации. Асинхронные коммуникации. Агломерация, поверхностно-объемный эффект, сохранение гибкости. Взаимосвязь агломерации и стоимости. Загрузочная балансировка алгоритмов. (рекурсивная биекция, локальные алгоритмы, вероятностные методы, циклические отображения). Распределение заданий (методы: управляющий/рабочие, иерархические структуры, децентрализованные схемы). Анализ распределений.

**Тема 3. Проблемы параллельной реализации.**

Типы параллелизма и методы синтеза параллельных алгоритмов: зернистость алгоритма, параллелизм данных, функциональный параллелизм, геометрический параллелизм. Автоматическое распараллеливание последовательных программ. Степени параллелизма. Статическое и динамическое распараллеливание последовательных программ. Распараллеливание ациклических участков. Граф зависимостей по данным. Алгоритм построения ЯПФ. Параметры ЯПФ. Особенности распараллеливание выражений. Задача распараллеливания выражений. Распараллеливание циклических фрагментов программ. Пространство итераций. Задача распараллеливания циклов.

**Тема 4. Количественные характеристики параллельной программы**

Определение производительности. Модель производительности. Закон Амдала. Экстраполяция наблюдений. Асимптотический анализ. Временные характеристики: время вычислений, время обмена, время простоя. Эффективность и ускорение. Масштабирование: масштабируемость вычислительной системы, масштабируемость программы, профили обработки. Экспериментальное изучение параллельной программы. Роль типов коммуникационной среды для эффективной реализации программы (шинная структура, гиперкуб, кольцо и т.п.)

**Тема 5. Соединение компонент программы**

Компоненты программы. Инкапсуляция. Распределение данных. Последовательная и параллельная композиция. Конкурентная структура. Пример: проблема свертки. Конкуренция случайности. Пространство кортежей. Распараллеливание при умножении матриц (характеристики параллелизма при умножении, стоимость перемножения, систолический алгоритм).

**Тема 6. Получение случайных чисел на параллельной системе**

«Последовательные» случайные числа. «Параллельные» случайные числа. Распределенные случайные генераторы. Оценка качества псевдослучайной последовательности. Применение псевдослучайных последовательностей в вычислениях. Методы Монте-Карло.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению семинаров, участию в обсуждении вопросов, подготовленных к занятию, самостоятельной работе, включающей в себя чтение специальной литературы по разделам темы, подготовка презентаций по тематике курса.

**3.1.2 Методическое обеспечение самостоятельной работы**

Самостоятельная работа учащихся в рамках данной дисциплины является важным компонентом обучения, предусмотренным компетентностно-ориентированным учебным планом и рабочей программой учебной дисциплины.

Настоящей программой предусмотрены формы самостоятельной работы с использованием методических материалов.

Одна из форм самостоятельной работы – это подготовка презентаций и сообщений по тематике курса и источникам, указанным в обязательной, дополнительной литературе и интернет-источниках, указанных в данной программе.

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

Для получения доступа к зачету необходимо

1. выполнить комплекс простых задач на кластере по параллельному программированию в среде MPI (возможно выполнение аналогичных задач в других средах, позволяющих распараллеливание);
2. представить анализ результатов выполненного индивидуального задания по параллельному программированию;
3. сделать доклад (выступление) с сообщением на одну из тем курса с представлением текста доклада и презентации к этому докладу;
4. посетить не менее 75% учебных занятий (посетившие меньшее количество занятий дополнительно делают доклад-реферат по пропущенным темам, согласовав их с преподавателем).

Текущий контроль успеваемости включает в свой состав наличие допуска к зачету, а также выборочные устные опросы по пропущенным занятиям и активное участие на семинарских занятиях.

Без наличия *доступа* к зачету слушатель *не допускается* к зачету.

Зачет проводится в устной форме. Билет состоит из двух вопросов. Время подготовки ответа на вопросы билета составляет до 30 минут. Использование собственных конспектов обучающегося, учебников, а также других источников информации при подготовке на вопросы зачета разрешено. После ответа на вопросы билета преподаватель задает несколько дополнительных вопросов по тематике курса, позволяющих выяснить глубину знаний обучающегося. На основании ответов на основные и дополнительные вопросы принимается решение об успешной или неуспешной сдаче обучающимся зачета.

Отметка “зачтено” ставится при *обязательном наличии доступа* к зачету и

1. точных, полных ответов на все вопросы преподавателя
2. либо неполных, не совсем четких ответов обучающегося на вопросы преподавателя,
3. либо незначительные неточности в ответе обучающегося.

Отметка “незачтено” ставится

1. в случае неудовлетворительного ответа на один из основных вопросов билета
2. либо неудовлетворительных ответов на дополнительные вопросы преподавателя.

**Допуск к зачету в терминах A-F**

При выставлении оценки за зачет учитывается качество сделанного доклада и активность участия в процессе изучения дисциплины. Выставляется общая оценка за зачет по правилам (первая оценка за ответы по теоретической части, вторая — за доклад и активность работы на занятиях):

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| А+А=А  А+В= А  А+С=В  А+D=C  A+E=D  A+F=E | В+А=B  В+В=В  В+С=В  B+D=C  B+E=D  B+F=E | C+A=B  C+B=C  С+С=С  C+D=C  C+E=D  C+F=E | D+A=C  D+B=C  D+C=D  D+D=D  D+E=E  D+F=E | E+A=D  E+B=D  E+C=D  E+D=E  E+E=E  E+F=E | F+A=E  F+B=E  F+C=F  F+D=F  F+E=F  F+F=F |

**За доклад в терминах A-F оценка выставляется согласно следующим правилам.**

Оценка **A** («отлично») ставится студенту,

* сделавшему качественный доклад (доклады) в процессе изучения дисциплины и представившему правильно оформленные текст и презентацию;
* уровень доклада показывает отличное владение материалом.

Оценка **B** («хорошо») ставится студенту,

* сделавшему качественный доклад в процессе изучения дисциплины и представившему в целом правильно оформленные текст и презентацию, однако, содержащие некоторые недочеты (неправильно оформленная литература, отсутствие нумерации и т.п.);
* либо сделавшему в целом качественный доклад, в процессе изучения дисциплины, однако, содержащий неточности в изложении, и представившему правильно оформленные текст и презентацию;
* уровень доклада показывает очень хорошее владение материалом.

Оценка **С** («хорошо») ставится студенту,

* сделавшему в целом качественный доклад в процессе изучения дисциплины, однако, содержащий неточности в изложении, и представившему в целом правильно оформленные текст и презентацию, однако, содержащие некоторые недочеты (неправильно оформленная литература, отсутствие нумерации и т.п.);
* уровень доклада показывает хорошее владение материалом.

Оценка **D** («удовлетворительно») ставится студенту,

* сделавшему доклад в процессе изучения дисциплины, в котором изложены основные тезисы, но недостаточно раскрыты, и представившему в целом правильно оформленные текст и презентацию, однако, содержащие некоторые недочеты (неправильно оформленная литература, отсутствие нумерации и т.п.);
* сделавшему доклад в процессе изучения дисциплины, в котором изложены основные тезисы, но не раскрыты, и представившему правильно оформленные текст и презентацию;
* уровень доклада показывает удовлетворительное владение материалом.

Оценка **E** («удовлетворительно») ставится студенту,

* сделавшему доклад в процессе изучения дисциплины, в котором изложены основные тезисы, но не раскрыты, и представившему оформленные текст и презентацию, однако, содержащие некоторые существенные недочеты (отсутствие литературы, неправильное оформление титульного листа и т.п.);
* уровень доклада показывает посредственное владение материалом.

Оценка **F** («неудовлетворительно») ставится студенту, не сделавшему доклад в процессе изучения дисциплины.

**За зачет (теоретическую часть)**

Оценка **A** («отлично», «зачтено») ставится студенту,

* полностью овладевшему теоретическим материалом и продемонстрировавшему принципы его применения на практике;
* при ответе на все вопросы продемонстрировано понимание предмета вопроса, ответы полные и правильные; возможно исправление неточности после указания преподавателя.

Оценка **B** («хорошо», «зачтено») ставится студенту,

* полностью овладевшему теоретическим материалом и в основном продемонстрировавшему принципы его применения на практике;
* при ответе на все вопросы продемонстрировано понимание предмета вопроса, большинство ответов полные и правильные; на остальные вопросы полный и правильный ответ получен после просьбы уточнить какие-то моменты, поступившей от преподавателя.

Оценка **С** («хорошо», «зачтено») ставится студенту,

* достаточно полно овладевшему теоретическим материалом и в основном продемонстрировавшему принципы его применения на практике;
* при ответе на все вопросы продемонстрировано понимание предмета вопроса, большинство ответов полные и правильные; на остальные вопросы полный и правильный ответ получен после указания преподавателем на конкретные ошибки, неточности и неполноту.

Оценка **D** («удовлетворительно», «зачтено») ставится студенту,

* имеющему пробелы в овладении теоретическим материалом или в его применении на практике, если эти пробелы не являются решающими;
* ответ на один из вопросов содержит некоторые непринципиальные ошибки или не полный, причем это не было исправлено даже после указания на это преподавателя.

Оценка **E** («удовлетворительно», «зачтено») ставится студенту,

* имеющему пробелы как в овладении теоретическим материалом, так и в его применении на практике, если эти пробелы не являются решающими;
* ответы на несколько вопросов содержат некоторые непринципиальные ошибки или не полные, причем это не было исправлено даже после указания на это преподавателем.

Оценка **F** («неудовлетворительно», «незачтено») ставится студенту,

* имеющему существенные пробелы в овладении теоретическим материалом и в его применении на практике;
* ответ на один из вопросов содержит принципиальные ошибки, или только частичный (в том числе, отсутствует), или при ответе не продемонстрировано понимание предмета вопроса.

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

Примерный краткий перечень вопросов к зачету.

1. Тенденции в вычислениях, в разработке компьютеров и в сетевых технологиях.

2. Обзор типов параллельных компьютеров.

3. Модели программирования на параллельных системах.

4. Примеры параллельных алгоритмов (конечные разности, парные взаимодействия, поиск).

5. Разложение алгоритма на составляющие. Функциональная декомпозиция алгоритма. Анализ качества декомпозиции.

6. Локальные и глобальные коммуникации. Асинхронные коммуникации.

7. Загрузочная балансировка алгоритмов. (рекурсивная биекция, локальные алгоритмы, вероятностные методы, циклические отображения).

8. Распределение заданий (методы: управляющий/рабочие, иерархические структуры, децентрализованные схемы). Анализ распределений.

9. Типы параллелизма и методы синтеза параллельных алгоритмов.

10. Степени параллелизма.

11. Статическое и динамическое распараллеливание последовательных программ.

12. Граф зависимостей по данным. Алгоритм построения ЯПФ.

13. Особенности распараллеливание выражений. Задача распараллеливания выражений.

14. Проблемы реализации на вычислительной системе.

15. Определение производительности. Модель производительности. Закон Амдала.

16. Экстраполяция наблюдений. Асимптотический анализ.

17. Временные характеристики: время вычислений, время обмена, время простоя.

18. Эффективность и ускорение.

19. Масштабирование: масштабируемость вычислительной системы, масштабируемость программы, профили обработки.

20. Экспериментальное изучение параллельной программы.

21. Роль типов коммуникационной среды для эффективной реализации программы.

22. Компоненты программы. Инкапсуляция. Распределение данных.

23. Последовательная и параллельная композиция.

24. Конкурентная структура.

25. Конкуренция случайности.

26. Пространство кортежей.

27. Распараллеливание при умножении матриц (характеристики параллелизма при умножении, стоимость перемножения, систолический алгоритм).

28. «Последовательные» случайные числа.

29. «Параллельные» случайные числа.

30. Распределенные случайные генераторы.

31. Оценка качества псевдослучайной последовательности.

32. Применение псевдослучайных последовательностей в вычислениях.

33. Методы Монте-Карло.

**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 чтению лекций привлекаются преподаватели, имеющие базовое образование и опыт педагогической работы не менее 5 лет и/или ученую степень, соответствующую профилю преподаваемой дисциплины.

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

Обеспечение учебно-вспомогательным и/или иным персоналом (обеспечение работоспособности техники, подготовка необходимого программного обеспечения в рабочем состоянии, подготовка раздаточных материалов, обеспечение рабочего порядка в компьютерном классе и т. п.) чрезвычайно необходима.

**3.3. Материально-техническое обеспечение**

**3.3.1 Характеристики аудиторий (помещений, мест) для проведения занятий**

Стандартно оборудованный компьютерный класс для проведения интерактивных занятий: компьютеры, видеопроектор, экран, белая доска, Интернет и др. оборудование.

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

Для проведения интерактивных семинарских занятий нужен компьютерный класс с возможностью использования Интернет, корпоративной сети СПбГУ, виртуальных дисков личного профиля для хранения результатов личных работ и исследований по темам дисциплины, возможностью копирования этих данных на флеш-устройства, возможность работать в операционной системе Windows 8.0 и выше, использовать Microsoft Office (Word, Excel, Notepad++, Paint, PowerPoint), PhotoShop, LibreOffice.

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Рабочие места преподавателя и обучающиеся должны иметь возможность работать в кластерном компьютерном классе с распределенной памятью с оборудованием, приемлемым для академической интерактивной работы по соответствующим темам, а именно, иметь возможность работать в двух системах: Windows и Linux (OpenSUSE), использовать Интернет, корпоративную сеть СПбГУ, виртуальный диск личного профиля для хранения результатов личных работ и исследований по темам дисциплины, возможность копирования данных выполненной работы на флеш-устройства, использовать Microsoft Office (Word, Excel, Notepad++, Paint, PowerPoint), PhotoShop, LibreOffice.

Для подготовки к некоторым занятиям может потребоваться принтер, чтобы вспомогательный персонал мог распечатать раздаточные материалы.

**3.3.4 Характеристики специализированного программного обеспечения**

При использовании электронных документов каждый обучающийся во время занятий и самостоятельной подготовки должен быть обеспечен рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет и корпоративную сеть СПбГУ, возможностью работать в двух операционных системах: Windows со средой OpenMP и Linux (UNIX) – MPI (OpenSUSE), файловый менеджер, использовать виртуальный диск личного профиля для хранения результатов личных работ и исследований по темам дисциплины, возможность копирования данных выполненной работы на флеш-устройства, использовать Microsoft Office (Word, Excel, Notepad++, Paint, PowerPoint), PhotoShop, LibreOffice.

**3.3.5 Перечень и объёмы требуемых расходных материалов**

Фломастеры цветные, губки, бумага формата А3 (для блокнота-доски), канцелярские товары в объеме, необходимом для организации и проведения занятий по заявкам преподавателей (или подготовки необходимых материалов вспомогательным персоналом), подаваемым в установленные сроки, подаваемым в установленные сроки, доступ преподавателя и обучающихся к в компьютерные классы.

В соответствии с разделом 3.3.3 может потребоваться белая бумага формата А4 для печати на принтере.

**3.4. Информационное обеспечение**

**3.4.1 Список обязательной литературы**

1. Олифер В.Г., Н. А. Олифер. Сетевые операционные системы. – СПб: Питер, 2009. - 672 с. Нет в библиотеке; ЭР открытого доступа в сети Интернет

2. И.Г. Бурова, Ю.К. Демьянович, Т.О. Евдокимова, О.Н. Иванцова, И.Д. Мирошниченко Параллельные алгоритмы. Разработка и реализация. Учебное пособие. - М.: Национальный открытый университет Интуит-Бином; Лаборатория знаний, 2012-2014. - 343 с.

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1. Ian Foster. Designingand Building Parallel Program. - ЭР открытого доступа в сети Интернет

2. Воеводин В.В., л. В. Воеводин. Параллельные вычисления. - СПб: Изд-во БХВ-Петербург, 2002-2004.- 608 с.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

1. В. В. Корнеев, А. Ф. Гареев, С. В. Васютин, В. В. Райх. Базы данных. Интеллектуальная обработка информации. М.: Нолидж, 2003. – 400 с.

2. Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайню. Алгоритмы. Построение и анализ. - Изд. 2-е. – М.: Вильямс, 2012-2014. - 1296 с.

3. Дейкстра Э. Дисциплина программирования: Пер. с англ. –М.:Мир,1978 –247 с.

**Раздел 4. Разработчики программы**

Демьянович Юрий Казимирович, доктор физ.-мат. наук, профессор мат-мех факультета СПбГУ.

Мирошниченко Ирина Дмитриевна, ст. преподаватель мат-мех факультета СПбГУ irina\_mir\_@mail.ru, тел. +79213806265.