**Санкт-Петербургский государственный университет**

**РАБОЧА ПРОГРАММА**

**УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Алгоритмические языки параллельного программирования

Algorithm Languages for Parallel Programming

**Язык(и) обучения**

русский

Трудоемкость в зачетных единицах: 4

Регистрационный номер рабочей программы: 038165

Санкт-Петербур

2020

**Раздел 1. Характеристики учебных занятий**

**1.1. Цели и задачи учебных занятий**

Cформировать у обучаемых общее представление о содержании, задачах и методах современных алгоритмических языков параллельного программирования 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 алгоритмических языков параллельного программирования, 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 алгоритмических языков параллельного программирования, ознакомление с методологиями и структурами данных соответствующих разделов алгоритмических языков параллельного программирования на примерах математических моделей и их приложений; 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 «Алгоритмические языки параллельного программирования» 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 «Алгоритмические языки параллельного программирования» 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 «Алгоритмические языки параллельного программирования», в частности, иметь базовые представления об алгоритмических языках параллельного программирования Compositional C++, Fortran M и высокопроизводительном Фортране (HPF).

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 (общее количество 4 часа) предполагается чтение лекций.

Также предполагается, что самостоятельную работу (всего 72 часа) в предлагаемом курсе обучающиеся выполняют с обязательным использованием компьютера.

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

**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** | 32 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 72 |  | 36 |  | 4 | 4 |
|  | 1-25 |  |  |  |  |  |  |  | 1-25 |  |  |  | 1-1 |  | 1-1 |  |  |  |
| **ИТОГО** | 32 |  | 2 |  |  |  |  |  | 2 |  |  |  | 72 |  | 36 |  | 4 | 4 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | | | | | | |
| Форма обучения: очная | | | | | | |
| Семестр 5 |  |  | экзамен, устно, традиционная форма | по графику промежуточной аттестации |  |  |

**2.2. Структура и содержание учебных занятий**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п.п.** | **Наименование темы (раздела, части)** | **Вид учебных занятий** | **Кол-во часов** |
| 1 | Тема 1. Об алгоритмических языках параллельного программирования | лекции | 5 |
| по методическим материалам | 12 |
| 2 | Тема 2. Введение в Compositional C++ | лекции | 5 |
| по методическим материалам | 12 |
| активные и интерактивные  формы учебных занятий | 1 |
| 3 | Тема 3. Compositional C++ (продолжение) | лекции | 5 |
| по методическим материалам | 12 |
| активные и интерактивные  формы учебных занятий | 1 |
| 4 | Тема 4. Fortran M | лекции | 5 |
| по методическим материалам | 12 |
| активные и интерактивные  формы учебных занятий | 1 |
| 5 | Тема 5. Fortran M (продолжение) | лекции | 5 |
| по методическим материалам | 12 |
| активные и интерактивные  формы учебных занятий | 1 |
| 6 | Тема 6. Высокопроизводительный Фортран (HPF) | лекции | 7 |
| по методическим материалам | 12 |
| 7 | Промежуточная аттестация | самостоятельная работа | 36 |
| консультации | 2 |
| экзамен | 2 |
| **Итого** | | | **144** |

Период обучения: **Семестр 5**

**Тема 1. Об алгоритмических языках параллельного программирования**

Об архитектуре параллельных вычислительных систем. Параллельные алгоритмы и параллельное программирование. Требования, предъявляемые к параллельным интерфейсам. Переход от последовательных программ к параллельным. Технические и психологические трудности. Проблемы масштабируемости и переносимости. Роль стандартов.

**Тема 2. Введение в Compositional C++**

Обзор языка (управление памятью, наследование). Параллелизм. Локальность (процессорные объекты, глобальные указатели, нити). Коммуникации (удаленные операции, синхронизация, взаимное исключение). Асинхронные связи. Детерминизм.

**Тема 3. Compositional C++ (продолжение)**

Расположение процессорных объектов. Представление нитей. Модульность. Учет производительности. Библиотека каналов. Пример: вычисление матрицы Фока. Заключение.

**Тема 4. Fortran M**

Введение. Параллелизм (процессы, создание процессов). Коммуникации (создание каналов, отправка / получение посланий). Неструктурированные связи (все точки-одной точке, динамические структуры каналов). Асинхронные коммуникации. Детерминизм.

**Тема 5. Fortran M (продолжение)**

Посылка данных (копирование и детерминизм, исключение копирования). Отображение программы на вычислительную систему (виртуальные компьютеры, расположение процессов, подмашина). Модулярность. Производительность. Пример: построение матрицы Фока. Заключение.

**Тема 6. Высокопроизводительный Фортран (HPF)**

Параллелизм по данным (параллелизм и локальность, форматы я параллельных данных). Fortran 90 (присваивание массивов, функции для массивов). Распределение данных (процессоры, выравнивание, распределение). Параллелизм (FORALL, INDEPENDENT). Модельные алгоритмы и модульность. Другие черты HPF (системные требования, встроенные функции, память и последовательная адресация, перечень других свойств). Оценка производительности (компиляция, узкие места, цена коммуникаций). Пример: гауссово исключение. Заключение.

**Раздел 3. Обеспечение учебных занятий**

**3.1. Методическое обеспечение**

**3.1.1 Методические указания по освоению дисциплины**

Успешное освоение дисциплины возможно благодаря посещению лекций, 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 обучающихся 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**

Текущий контроль представляет учет посещаемости и степень активности обучающегося на лекциях.

К экзамену допускается студент, посетивший 75% учебных занятий и сделавший, по крайней мере, 1 доклад по теме дисциплины. Посетившие меньшее количество занятий дополнительно делают доклад-реферат по пропущенным темам (по согласованию с преподавателем).

Общая аттестация складывается из следующих компонентов:

• Итоги текущего контроля.

• Результаты экзамена.

Методика проведения экзамена.

Экзамен проводится в устной форме. Билет содержит 2 вопроса из списка вопросов к экзамену. На подготовку к ответу в аудитории отводится не менее 1 академического часа.

После ответа на вопросы билета, преподаватель вправе задать дополнительные вопросы по любой теме из списка вопросов, вынесенных на экзамен. В качестве дополнительных, используются вопросы, не требующие длительного вывода и трудоемких вычислений, в том числе определения, основные формулы, основные графики. Так же в качестве дополнительных вопросов могут быть предложены вопросы по пропущенным обучающимся лекциям, например, по следующим темам: «Об алгоритмических языках параллельного программирования», «Compositional C++», «Fortran M», «Высокопроизводительный Фортран (HPF)».

Критерии выставления оценок за ответ на экзамене.

Оценка «отлично» выставляется, если выполняются оба условия:

1. обучающимся даны полные исчерпывающие ответы по всем вопросам билета, обучающийся свободно ориентируется в материале;
2. обучающийся отвечает на все дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется, если выполняются оба условия

1. обучающимся дан полный ответ на один из вопросов билета, по второму вопросу написаны все определения, основные формулы и графики (в случае наличия);
2. обучающийся отвечает более чем на 3/4 дополнительных вопросов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если выполняются оба условия

1. по обоим вопросам написаны все основные определения, формулы и графики (в случае наличия), но обучающийся плохо ориентируется в материале;
2. обучающийся дает правильный ответ более чем на половину заданных дополнительных вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если обучающийся плохо ориентируется в обоих вопросах билета и дает удовлетворительный ответ менее, чем на половину вопросов.

**Допуск к экзамену в теhминах A-F**

К экзамену допускается студент, посетивший 75% учебных занятий и сделавший, по крайней мере, 1 доклад по теме дисциплины. Посетившие меньшее количество занятий дополнительно делают доклад-реферат по пропущенным темам (по согласованию с преподавателем).

При выставлении оценки за экзамен учитывается оценка, полученная за теорию и доклад в процессе изучения дисциплины. Выставляется общая оценка за экзамен по правилам (первая оценка за экзамен, вторая за доклад и активность):

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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**

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 экзамен (только теория)**

Оценка **A** («отлично») 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») 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») 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») 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») 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») 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
* плохо ориентируется в обоих вопросах билета и дает удовлетворительный ответ менее, чем на половину вопросов.

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

Примерный краткий перечень вопросов к экзамену.

1. Об архитектуре параллельных вычислительных систем.
2. Параллельные алгоритмы и параллельное программирование.
3. Требования, предъявляемые к параллельным интерфейсам.
4. Переход от последовательных программ к параллельным.
5. Проблемы масштабируемости и переносимости. Роль стандартов.
6. Обзор языка Compositional C++ (управление памятью, наследование). Параллелизм.
7. Локальность (процессорные объекты, глобальные указатели, нити).
8. Коммуникации (удаленные операции, синхронизация, взаимное исключение).
9. Асинхронные связи. Детерминизм.
10. Расположение процессорных объектов. Представление нитей.
11. Модульность. Учет производительности.
12. Библиотека каналов. Пример: вычисление матрицы Фока.
13. Введение в Fortran M.
14. Параллелизм (процессы, создание процессов).
15. Коммуникации (создание каналов, отправка/получение сообщений).
16. Неструктурированные связи (все точки - одной точке, динамические структуры каналов).
17. Асинхронные коммуникации. Детерминизм.
18. Посылка данных (копирование и детерминизм, исключение копирования).
19. Отображение программы на вычислительную систему (виртуальные компьютеры, расположение процессов, подмашина).
20. Модульность. Производительность. Пример: построение матрицы Фока.
21. Параллелизм по данным (параллелизм и локальность, форматы я параллельных данных).
22. Fortran 90 (присваивание массивов, функции для массивов).
23. Распределение данных (процессоры, выравнивание, распределение).
24. Параллелизм (FORALL, INDEPENDENT).
25. Модельные алгоритмы и модульность.
26. Другие черты HPF (системные требования, встроенные функции, память и последовательная адресация, перечень других свойств).
27. Оценка производительности (компиляция, узкие места, цена коммуникаций).
28. Пример: гауссово исключение.

**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 преподавания в данной области 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 лекций и интерактивных взаимодействий 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.

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

**3.3.3 Характеристики специализированного оборудования**

Рабочие места преподавателя и обучающихся должны быть оснащены оборудованием, приемлемым для академической работы по соответствующим темам.

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. Р. Миллер, Л. Боксер. Последовательные и параллельные алгоритмы. Общий подход. М., БИНОМ. 2006. 406 с.

2. В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. Сетевые операционные системы. Изд-во: Питер, 2009. 672 с.

3. 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, 343с.

**3.4.2 Список дополнительной литературы**

1**.** Ian Foster. Designing and Building Parallel Program. http://parallel.ru

2. А. Эрдейи. Асимптотические разложения. М. Наука. 1962. 127 с.

3. В.В.Воеводин, Вл.В.Воеводин. Параллельные вычисления. СПб. 202. 608 с.

4. Г.Р.Эндрюс. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования. М. 2003. 512 с.

**3.4.3 Перечень иных информационных источников**

1. http://parallel.ru Designing and building parallel programs

2. В. В. Корнеев, А. Ф. Гареев, С. В. Васютин, В. В. Райх. Базы данных. Интеллектуаль-ная обработка информации. М.: Нолидж, 2003. – 400 с.

3. Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайню. Алгоритмы. Построение и анализ. Изд. 2-е. Introduction To Algorithms.Изд-во: Вильямс, 2007. 1296 с.

4. Э. Дейкстра. «Дисциплина программирования», М., Мир, 1978. 275 с.

**Раздел 4. Разработчики программы**

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

Мирошниченко Ирина Дмитриевна, старший преподаватель мат-мех. факультета СПБГУ irina\_mir\_@mail.ru, +7-921-380-62-65.