

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования "Пермский  
государственный национальный исследовательский  
университет"**

**Кафедра математического обеспечения вычислительных систем**

**Авторы-составители: Александров Васил Николов  
Чупин Антон Викторович  
Чуприна Светлана Игоревна**

Рабочая программа дисциплины  
**ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ АЛГОРИТМЫ**  
Код УМК 92194

Утверждено  
Протокол №5  
от «09» июня 2020 г.

Пермь, 2020

## **1. Наименование дисциплины**

Высокоэффективные алгоритмы

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в базовую часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.04.02** Прикладная математика и информатика  
направленность Информационно-аналитические системы в прогнозировании и управлении социально-экономическим развитием

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Высокоэффективные алгоритмы** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

**01.04.02** Прикладная математика и информатика (направленность : Информационно-аналитические системы в прогнозировании и управлении социально-экономическим развитием)

**ОПК.2** Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач

#### **Индикаторы**

**ОПК.2.3** Реализует математический метод на языке программирования высокого уровня и/или с помощью специализированных пакетов программ

**ОПК.4** Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

#### **Индикаторы**

**ОПК.4.1** Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач

#### 4. Объем и содержание дисциплины

<b>Направления подготовки</b>	01.04.02 Прикладная математика и информатика (направленность: Информационно-аналитические системы в прогнозировании и управлении социально-экономическим развитием)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	4
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	4
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	144
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	48
<b>Проведение лекционных занятий</b>	12
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	12
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	24
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	96
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1) Письменное контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	Экзамен (4 триместр)

## **5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины**

### **Высокоэффективные алгоритмы. Первый семестр**

#### **Масштабируемые параллельные алгоритмы**

##### **Введение в параллельные алгоритмы**

Дается введение в современные достижения в области высокопроизводительных вычислений (High Performance Computing, HPC), архитектур HPC-систем и подходов к построению параллельных алгоритмов, отвечающих современным требованиям.

##### **Методы параллелизма**

Рассматривается разница между параллельными и последовательными алгоритмами. Вводятся такие параметры параллельных алгоритмов, как вычислительная задача (подзадача), зависимость последовательности задач. Излагаются различные методы распараллеливания, такие как функциональная декомпозиция, декомпозиция данных, метод «разделяй и властвуй», гибридный метод и т.д.

##### **Оценка эффективности и показатели производительности**

Вводятся ключевые параметры для оценки параллельных алгоритмов, такие как ускорение и эффективность. Объясняется понятие масштабируемости алгоритмов, вводятся такие параметры оценки, как стоимость вычислений и объясняется, как определить свойства масштабируемости параллельных алгоритмов в зависимости от размера задачи, решаемой на данной параллельной архитектуре. Объясняется Закон Амдала.

##### **Методы масштабируемости и параметры её оценки**

Рассматриваются новейшие методы разработки масштабируемых алгоритмов и объясняются возможности их применения для минимизации накладных расходов на коммуникацию между вычислительными узлами при разработке параллельных алгоритмов. Вводятся модели, включающие параметры энергопотребления, и приводится анализ энергоэффективности параллельных алгоритмов на их основе.

##### **Методы параллелизма для современных параллельных архитектур**

Объясняются различные методы распараллеливания алгоритмов, в том числе методы с репликацией данных. Анализируется влияние репликации данных на выполнение параллельных алгоритмов.

##### **Примеры из линейной алгебры и других предметных областей**

На примере решения задач линейной алгебры демонстрируется эффективность различных методов распараллеливания, которые обсуждались на предыдущих лекциях, включая метод Монте-Карло.

#### **Современные методы и технологии разработки параллельных программ**

##### **Введение в MPI. Место MPI в иерархии средств параллельного программирования.**

##### **Достоинства MPI.**

Дается общее описание технологии MPI, её возможностей и ограничений. Описываются версии и общая схема программирования.

##### **Основы технологий параллельного программирования с использованием MPI. Структуры данных MPI.**

Подготовка к компиляции и запуску программ с MPI. Описание основных команд MPI и структуры программы.

Описание типов данных MPI.

### **Взаимодействие «точка-точка». Коллективные операции.**

Описание команды MPI\_Send, MPI\_Recv и её вариаций. Описание коллективных операций MPI\_Gather, MPI\_Scatter, MPI\_Bcast, MPI\_Alltoall, MPI\_Barrier.

Примеры использования.

### **Понятие коммуникатора MPI. Блокирующие и неблокирующие режимы MPI-коммуникаций.**

Определение групп процессов и коммуникаторов и команды для их создания и манипуляций. Описание применения неблокирующих операций MPI.

### **Общая структура MPI-программ. Вопросы ввода/вывода. Обработка ошибок. Подключение библиотек MPI.**

#### **Вопросы отладки MPI-программ. Оценка эффективности параллельных программ.**

Обзор существующих профилировщиков и отладчиков, допускающих работу с MPI.

Анализ временной сложности и эффективности распараллеливания программ с MPI.

### **Введение в семейство моделей программирования StarSs. Асинхронный параллелизм в OmpSs.**

Рассматривается семейство моделей программирования StarSs. Введение в OmpSs: методы организации данных, модели памяти и механизмы управления вычислениями, расширяющие возможности асинхронного управления в схемах потока данных. Совмещение достоинств моделей StarSs и OpenMP-расширений. Примеры использования OmpSs для приложений, выполняющихся на GPU.

### **Гибридная модель программирования на базе MPI/OmpSs.**

#### **Практические задания по теме «Параллельные алгоритмы»**

По заданной прикладной проблеме студент должен уметь выбрать алгоритм её решения, уметь проанализировать его временную и ёмкостную сложности и ресурсы распараллеливания.

#### **Практика по программированию с использованием MPI**

Имея прикладную задачу, студент должен уметь создать программу с MPI, которая будет работоспособна для разного числа процессоров и уметь доказать её эффективность.

#### **Практика по OmpSs**

Имея прикладную задачу, студент должен уметь создать программу, работающую с OmpSs, и уметь доказать её работоспособность.

### **Экзамен**

#### **Индивидуальное задание**

Каждому студенту предлагается предметная область и прикладная задача в этой предметной области. Необходимо выбрать и обосновать алгоритм решения задачи, проанализировать его временную и ёмкостную сложности, а также возможности распараллеливания. Необходимо выбрать технологию для написания параллельной программы (MPI или OpenMP) и реализовать выбранный алгоритм с использованием выбранной технологии. Экспериментально вычислить показатели производительности, сопоставить с теоретическими расчетами.

#### **Письменный экзамен**

Письменный экзамен по билетам. Каждый билет включает в себя 3 вопроса практической направленности. Дан небольшой последовательный алгоритм. Требуется описать принцип его работы,

определить его временную и емкостную сложности. Описать, как алгоритм может быть распараллелен на несколько процессоров. Определить временную сложность алгоритма в случае его запуска на заданном количестве процессоров.

Студент самостоятельно выбирает 2 из 3 вопросов, на которые дает письменный развернутый ответ.

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

## **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.



## 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

### Основная:

1. Левин, М. П. Параллельное программирование с использованием OpenMP : учебное пособие / М. П. Левин. — 3-е изд. — Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 133 с. — ISBN 978-5-4497-0685-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/97572.html>
2. Малявко, А. А. Параллельное программирование на основе технологий OpenMP, MPI, CUDA : учебное пособие для академического бакалавриата / А. А. Малявко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 129 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11827-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. <https://www.urait.ru/bcode/446247>

### Дополнительная:

1. Антонов А. С. Технологии параллельного программирования MPI и OpenMP:[учебное пособие для вузов по направлениям 010400 "Прикладная математика и информатика", 010300 "Фундаментальная информатика и информационные технологии"]/А. С. Антонов.-Москва:Издательство Московского государственного университета,2012, ISBN 978-5-211-06343-3.-339.-Библиогр.: с. 333-334
2. Алабужев А. А. Основы параллельного программирования:учеб.-метод. пособие/А. А. Алабужев.-Пермь:Перм. гос. ун-т,2007, ISBN 5-7944-0931-2.-100.-Библиогр.: с. 96
3. Кулаков К. А. Эффективные алгоритмы и программные средства реализации линейных диофантовых моделей сетей ЭВМ:автореферат дис. ... канд. физ.-мат. наук : 05.13.18/К. А. Кулаков.-Петрозаводск,2009.-17.

## **9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

<http://www.intuit.ru/studies/courses/1110/153/info> Параллельное программирование

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Образовательный процесс по дисциплине **Высокоэффективные алгоритмы** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);

доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

ОС Windows 8.1 Pro

Microsoft Visual Studio

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ ([student.psu.ru](http://student.psu.ru)).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения практических занятий - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных занятий - меловая и (или) маркерная доска, компьютерный класс (аппаратное и программное обеспечение определено в Паспортах компьютерных классов)

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными

компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине  
Высокоэффективные алгоритмы**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.  
Индикаторы и критерии их оценивания**

**ОПК.4**

**Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности**

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.4.1</b> Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач</p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> основные вычислительные алгоритмы, используемые в высокоэффективных вычислениях, границы их применимости. <b>УМЕТЬ:</b> приводить обоснование по использованию той или иной парадигмы, алгоритма. <b>ВЛАДЕТЬ:</b> методами анализа эффективности параллельных алгоритмов</p>	<p align="center"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не сформированы знания основных вычислительных алгоритмов, используемых в высокоэффективных вычислениях, границ их применимости. Не умеет приводить обоснование по использованию той или иной парадигмы, алгоритма. Не обладает навыками анализа эффективности параллельных алгоритмов</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Сформированы базовые знания основных вычислительных алгоритмов, используемых в высокоэффективных вычислениях, границ их применимости. В целом умеет с небольшими ошибками приводить обоснование по использованию той или иной парадигмы, алгоритма. Обладает базовыми, но не отлаженными навыками анализа эффективности параллельных алгоритмов.</p> <p align="center"><b>Хорошо</b></p> <p>Сформированы с незначительными пробелами знания основных вычислительных алгоритмов, используемых в высокоэффективных вычислениях, границ их применимости. Умеет приводить обоснование по использованию той или иной парадигмы, алгоритма. Обладает базовыми навыками анализа эффективности параллельных алгоритмов.</p> <p align="center"><b>Отлично</b></p> <p>Сформированы систематические знания основных вычислительных алгоритмов,</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>используемых в высокоэффективных вычислениях, границ их применимости. В совершенстве умеет приводить обоснование по использованию той или иной парадигмы, алгоритма. Обладает сформированными навыками анализа эффективности параллельных алгоритмов.</p>

## ОПК.2

### Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p><b>ОПК.2.3</b> Реализует математический метод на языке программирования высокого уровня и/или с помощью специализированных пакетов программ</p>	<p><b>ЗНАТЬ:</b> синтаксис нескольких парадигм параллельного программирования. <b>УМЕТЬ:</b> описывать параллельный алгоритм и реализовывать его в коде. <b>ВЛАДЕТЬ:</b> понятийным аппаратом и практикой реализации параллельных алгоритмов.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Неудовлетворител</b></p> <p>Не знает синтаксиса ни одной парадигмы параллельного программирования. Не умеет описывать параллельный алгоритм и реализовывать его в коде. Не владеет навыками реализации параллельных алгоритмов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Знает основы синтаксиса хотя бы одной парадигмы параллельного программирования. Умеет с незначительными ошибками описывать параллельный алгоритм и реализовывать его в коде. Владеет некоторыми навыками реализации параллельных алгоритмов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></p> <p>Знает основы синтаксиса нескольких парадигм параллельного программирования. Умеет описывать параллельный алгоритм и реализовывать его в коде. Владеет базовыми навыками реализации параллельных алгоритмов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Отлично</b></p> <p>Знает в подробностях синтаксис нескольких парадигм параллельного программирования. В совершенстве умеет описывать параллельный алгоритм и реализовывать его</p>

<b>Индикатор</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания результатов обучения</b>
		<b>Отлично</b> в коде. Владеет сформированными навыками реализации параллельных алгоритмов.

## Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

**Вид мероприятия промежуточной аттестации :** Экзамен

**Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации :** Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

**Максимальное количество баллов :** 100

### Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 47 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 47 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<b>ОПК.4.1</b> Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач	Оценка эффективности и показатели производительности <b>Письменное контрольное мероприятие</b>	Знание основных алгоритмов и структур данных и умение реализовывать их на языках высокого уровня (C, Fortran)
<b>ОПК.2.3</b> Реализует математический метод на языке программирования высокого уровня и/или с помощью специализированных пакетов программ	Практические задания по теме «Параллельные алгоритмы» <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	способность самостоятельно реализовать алгоритм парадигме параллельного программирования MPI; умение построить эффективную безошибочную программ на его основе
<b>ОПК.2.3</b> Реализует математический метод на языке программирования высокого уровня и/или с помощью специализированных пакетов программ <b>ОПК.4.1</b> Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач	Индивидуальное задание <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	знание основных параллельных алгоритмов вычислительной алгебры и умение их программировать

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<b>ОПК.2.3</b> Реализует математический метод на языке программирования высокого уровня и/или с помощью специализированных пакетов программ <b>ОПК.4.1</b> Комбинирует и адаптирует современные информационно-коммуникационные технологии для реализации решения математических задач	Письменный экзамен <b>Итоговое контрольное мероприятие</b>	умение выбрать параллельный алгоритм для прикладной задачи, проверить его эффективность, запрограммировать его с помощью MPI и OmpSs

### **Спецификация мероприятий текущего контроля**

#### **Оценка эффективности и показатели производительности**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **10**

Проходной балл: **5**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
знание синтаксиса языка C или Fortran	5
знание основных алгоритмов и структур данных	5

#### **Практические задания по теме «Параллельные алгоритмы»**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **12**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
способность сконструировать параллельный алгоритм для данной вычислительной задачи	10
способность реализовать выбранный параллельный алгоритм на MPI	10
способность протестировать программу на правильность и эффективность вычислений	5

#### **Индивидуальное задание**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **3 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **25**

Проходной балл: **12**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
------------------------------	--------------



способность запрограммировать выбранный алгоритм для MPI	10
знание и доказательство эффективности выбранного алгоритма с точки зрения параллелизма	10
умение сделать обоснованный выбор алгоритма для перемножения матриц	5

### **Письменный экзамен**

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы самостоятельной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **18**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
умение запрограммировать выбранный алгоритм на языке программирования с применением технологии MPI, протестировать программу на правильность и эффективность выполнения, сформировать отчёт по производительности алгоритма и программы	20
умения реализовать алгоритм на языке программирования с помощью OmpSs	10
умение выбрать параллельный алгоритм для решения вычислительной задачи и проанализировать его эффективность	10