Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение   
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский  
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Факультет информационных технологий**

СОГЛАСОВАНО

Декан ФИТ НГУ

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ М.М. Лаврентьев

«03» июля 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА Дисциплины

|  |
| --- |
| **Теория параллелизма** |

Направление подготовки: 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Направленность (профиль): Компьютерные науки и системотехника

Форма обучения: очная

Год обучения: 2, семестр: 4

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Вид деятельности** | **Семестр** |
| **4** |
| **1** | Лекции, час. | 32 |
| **2** | Практические занятия, час. | 32 |
| **3** | Лабораторные занятия, час. |  |
| **4** | Занятий в контактной форме без учета промежуточной аттестации, час, из них | 66 |
| **5** | в электронной форме, час. |  |
| **6** | из них аудиторных занятий, час. | 64 |
| **7** | из них в активной и интерактивной форме, час. | 64 |
| **8** | консультаций, час. | 2 |
| **9** | Самостоятельная работа, час. | 76 |
| **10** | в том числе на выполнение письменных работ, час | 30 |
| **11** | Форма аттестации (экзамен, зачет, дифференцированный зачет), час | Э, 2 |
| **12** | Всего зачетных единиц[[1]](#footnote-1) | 4 |

Новосибирск 2019

Рабочая программа дисциплины составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА.

Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА введен в действие приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 929.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1 Дисциплины (модули); обязательная часть; обязательная дисциплина.

Рабочая программа дисциплины утверждена решением Ученого совета факультета информационных технологий от 02.07.2019, протокол № 75.

Программу разработал:

Старший преподаватель

кафедры программирования ММФ,

кандидат физико-математических наук Н.О. Гаранина

Заведующий кафедрой систем информатики ФИТ,

доктор физико-математических наук М.М. Лаврентьев

Ответственный за образовательную программу:

доцент кафедры систем информатики ФИТ,

кандидат физико-математических наук Д.С. Мигинский

**Аннотация к рабочей программе дисциплины**

**«Теория параллелизма»**

Дисциплина «Теория параллелизма» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата 09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, направленность (профиль): Компьютерные науки и системотехника по очной форме обучения на русском языке.

**Место в образовательной программе:**

Дисциплина «Теория параллелизма» реализуется в 4 семестре в рамках обязательной части Блока 1 дисциплин (модулей) и является обязательной дисциплиной.

Для освоения дисциплины необходимы знания и навыки полученные в следующих дисциплинах данной образовательной программы: «Императивное программирование», «Декларативное программирование»

Освоение данной дисциплины необходимо для дисциплин: «Проектирование программного обеспечения»

Дисциплина «Теория параллелизма» направлена на формирование компетенции:

Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения (ОПК-8), в части следующих индикаторов достижения компетенции:

ОПК-8.1 Знать: алгоритмические языки программирования, операционные системы и оболочки, современные среды разработки программного обеспечения

ОПК-8.2 Уметь: составлять алгоритмы, писать и отлаживать коды на языке программирования, тестировать работоспособность программы , интегрировать программные модули

ОПК-8.3 Владеть: языком программирования; навыками отладки и тестирования работоспособности программы

Дисциплина «Теория параллелизма» предусматривает проведение лекций и практических занятий.

Дисциплина «Теория параллелизма» посвящена изучению различных теоретических моделей параллелизма, а также практических методов спецификации и верификации параллельных процессов.

**Перечень основных разделов дисциплины:**

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, семинары, самостоятельная работа студента, консультации.

Лекционные занятия освещают концептуальные и теоретические вопросы. Семинары предполагают практическое освоение студентами методов и инструментов, реализующих теоретические построения.

Самостоятельная работа выполняется студентами в форме решения задач по предлагаемым темам.

Содержанием дисциплины являются различные теоретические модели параллелизма, а также практические методы спецификации и верификации параллельных процессов.

1. Модели параллелизма:
   1. CSP (взаимодействие последовательных процессов),
   2. SSC и pi-calculus (Исчисление взаимодействующих систем и Пи-исчисление)
   3. модель акторов,
   4. сети Петри.
   5. Сравнение моделей.
2. Верификация моделей параллельных систем.
3. Логики и шаблоны спецификаций поведения параллельных систем
4. Реализация моделей параллелизма в современных языках программирования С++, Java, Haskell и др.

Общий объем дисциплины – 4 зачетных единицы (144 часа)

**Правила аттестации по дисциплине.**

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме портфолио (задачи), промежуточная аттестация в форме экзамена.

Студентам предлагается выполнить два практических задания. Выполненные задания сдаются преподавателю на занятии.

Оценка промежуточной аттестации для экзамена выставляется:

* по результату устного ответа на экзаменационный билет;
* на основании выполнения заданий по практическим работам;

Оценка ответа обучающегося по дисциплине «Теория параллелизма» является положительной («удовлетворительно» и выше) только в случае положительных оценок по всем вопросам и задачам.

По результатам освоения дисциплины «Теория параллелизма» выставляется оценка «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

**Учебно-методическое обеспечение дисциплины.**

Учебно-методические материалы по дисциплине «Теория параллелизма» выложены на странице курса в сети Интернет : <https://et.nsu.ru/course/view.php?id=924>

**1. Внешние требования к дисциплине**

Таблица 1.1

|  |  |
| --- | --- |
| ***Компетенция* ОПК-8 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения, *в части следующих индикаторов достижения компетенции:*** | |
| ОПК-8.1 | Знать: алгоритмические языки программирования, операционные системы и оболочки, современные среды разработки программного обеспечения |
| ОПК-8.2 | Уметь: составлять алгоритмы, писать и отлаживать коды на языке программирования, тестировать работоспособность программы , интегрировать программные модули |
| ОПК-8.3 | Владеть: языком программирования; навыками отладки и тестирования работоспособности программы |

**2. Требования к результатам освоения дисциплины**

Таблица 2.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)** | **Формы организации занятий** | | |
| **Лекции** | **Практики / семинары** | **Самостоятельная работа** |
| **ОПК-8.1** Знать: алгоритмические языки программирования, операционные системы и оболочки, современные среды разработки программного обеспечения | | | |
| **1**. Знать различные модели параллелизма, методы верификации и логические языки спецификации свойств параллельных систем. | + | + | + |
| **2.** Уметь разрабатывать параллельные алгоритмы с помощью различных моделей параллелизма. | + | + | + |
| **3.** Верифицировать параллельные алгоритмы методом проверки моделей. | + | + | + |
| **ОПК-8.2** Уметь: составлять алгоритмы, писать и отлаживать коды на языке программирования, тестировать работоспособность программы , интегрировать программные модули | | | |
| **4**. Уметь реализовывать параллельные алгоритмы на современном программном языке. | + | + | + |
| **ОПК-8.3** Владеть: языком программирования; навыками отладки и тестирования работоспособности программы | | | |
| **5.**Знать связь между различными формализмами параллельных процессов | + | + | + |
| **6.**Уметь абстрагировать параллельные процессы в терминах автоматных моделей | + | + | + |

**3. Содержание и структура учебной дисциплины**

Таблица 3.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Темы лекций** | **Активные формы, час.** | **Часы** | **Ссылки на результаты обучения** | |
| **Семестр: 4** | | | | |
| Тема 1. Введение. Параллельные процессы: особенности описания и реализации. Обзор моделей параллелизма: CSP (взаимодействие последовательных процессов),  SSC и pi-calculus (Исчисление взаимодействующих систем и Пи-исчисление) модель акторов, сети Петри и др. | 2 | 2 | | 1, 2, 3, 4, 5, 6 |
| Тема 2. Верификация моделей. Обоснование применения метода верификации моделей. Надежность программ и систем. Логический язык спецификаций поведения. Понятие корректности программных систем. Моделирование систем. Структура Крипке. Логическое представление программных систем. Инструмент проверки моделей SPIN и язык спецификаций Promela. | 2 | 2 | | 1, 3, 5, 6 |
| Тема 3. Логики и шаблоны спецификаций поведения параллельных систем. Темпоральные логики CTL и LTL: синтаксис, семантика, примеры. Шаблоны спецификаций качественного поведения систем: линейное, ветвящееся, реальное время, вероятностные. Составные события | 4 | 4 | | 1, 3, 5, 6 |
| Тема 4. Модель CSP. Процессы: основные понятия, реализация. Протоколы: операции, реализация, протоколы процесса. Спецификация. Операционная семантика. | 2 | 2 | | 1, 2, 5, 6 |
| Тема 5. Модель CSP. Параллелизм. Взаимодействие. Пример: обедающие философы. Переименование. Спецификация. | 2 | 2 | | 1, 2, 5, 6 |
| Тема 6. Модель CSP. Недетерминизм. Недетерминированный выбор. Генеральный выбор. Отказы. Сокрытие. Чередование. Расходимость. Спецификации. | 2 | 2 | | 1, 2, 5, 6 |
| Тема 7. Модель CSP. Взаимодействие. Ввод и вывод. Транспортеры. Подчинение. | 2 | 2 | | 1, 2, 5, 6 |
| Тема 8. Модель CSP. Последовательные процессы. Прерывания. Присваивание. | 2 | 2 | | 1, 2, 5, 6 |
| Тема 9. Модель CSP. Разделяемые ресурсы. Поочередное использование. Общая память. Составные ресурсы. | 2 | 2 | | 1, 2, 5, 6 |
| Тема 10. Исчисление взаимодействующих систем и Пи-исчисление (SSC и pi-calculus). Определения. Примеры описания и спецификаций. Сравнение с CSP. | 4 | 4 | | 1, 2, 5, 6 |
| Тема 11. Модель акторов. Определения. Примеры описания и спецификаций. Сравнение с другими моделями параллелизма. | 2 | 2 | | 1, 2, 5, 6 |
| Тема 12. Сети Петри. Определения. Примеры описания и спецификаций. Сравнение с другими моделями параллелизма. | 2 | 2 | | 1, 2, 5, 6 |
| Тема 13. Обзор библиотек параллелизма С++, Java, Haskell и др. | 4 | 4 | | 1, 4, 5, 6 |
| **Итого:** | **32** | **32** | |  |

Таблица 3.2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Темы практических занятий** | **Активные формы, час.** | **Часы** | **Ссылки на результаты обучения** | **Учебная деятельность** |
| **Семестр: 4** | | | | | |
| Тема 1. Введение. Праллельные процессы: особенности описания и реализации. Oбзор моделей параллелизма: CSP (взаимодействие последовательных процессов),  SSC и pi-calculus (Исчисление взаимодействующих систем и Пи-исчисление) модель акторов, сети Петри и др. | 2 | 2 | 1, 2, 3, 4, 5, 6 | Разбор теоретического материала, представленного на лекции, решение задач |
| Тема 2. Инструмент проверки моделей SPIN и язык спецификаций Promela: принципы работы, примеры. | 4 | 4 | 1, 2, 3, 5, 6 | Разбор теоретического материала, представленного на лекции, решение задач. |
| Тема 3. Шаблоны требований: задачи и примеры. | 2 | 2 | 1, 2, 3, 5, 6 | Разбор теоретического материала, представленного на лекции, решение задач |
| Тема 4. Спецификация параллельных систем в CSP | 4 | 4 | 1, 2, 5, 6 | Разбор теоретического материала, представленного на лекции, решение задач |
| Тема 5. Примеры описания моделей CSP на языке Promela и их верификация с помощью SPIN: возможности и особенности | 8 | 8 | 1, 2, 3, 5, 6 | Разбор теоретического материала, представленного на лекции, решение задач |
| Тема 6. Примеры описания моделей SSC и pi-исчисления на языке Promela и их верификация с помощью SPIN: возможности и особенности | 4 | 4 | 1, 2, 3, 5, 6 | Разбор теоретического материала, представленного на лекции, решение задач |
| Тема 7. Примеры описания моделей акторов на языке Promela и их верификация с помощью SPIN: возможности и особенности | 2 | 2 | 1, 2, 3, 5, 6 | Разбор теоретического материала, представленного на лекции, решение задач |
| Тема 8. Примеры описания моделей сетей Петри на языке Promela и их верификация с помощью SPIN: возможности и особенности | 2 | 2 | 1, 2, 3, 5, 6 | Разбор теоретического материала, представленного на лекции, решение задач |
| Тема 9. Примеры реализаций моделей параллелизма в библиотеках современных языков | 4 | 4 | 1, 2, 4, 5, 6 | Разбор теоретического материала, представленного на лекции, решение задач |
| **Итого:** | **32** | **32** |  |  |

**4. Самостоятельная работа бакалавров**

Таблица 4.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Виды самостоятельной работы** | **Ссылки на результаты обучения** | | **Часы на выполнение** | **Часы на консультации** |
| **Семестр: 4** | | | | | |
| 1 | Изучение разделов дисциплины по учебной литературе, в том числе вопросов, не освещаемых на лекциях | 1, 2, 3, 4, 5, 6 | | 12 |  |
| Изучение предлагаемых теоретических разделов в соответствии с настоящей Программой. Учебно-методические материалы по дисциплине «Теория параллелизма» выложены на странице курса в сети Интернет | | | | |
| 2 | Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации | 1, 2, 3, 4, 5, 6 | | 40 |  |
| Разбор решенных задач, самостоятельное решение задач | | | | |
| 3 | Подготовка к экзамену | 1, 2, 3, 4, 5, 6 | | 24 | 2 |
| Повторение теоретического материала по вопросам, совпадающим с темами лекций | | | | |
|  | **Итого:** | | **76** | | **2** |

**5. Образовательные технологии**

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся лекционные и семинарские занятия. Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно, закрепляются на практических занятиях, по вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации.

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине применяются лекционные и практические занятия, а также применяются следующие интерактивные формы обучения (таблица 5.1).

Таблица 5.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **1** | | Лекция в форме дискуссии | ОПК-8 |
| **Формируемые умения:** Уметь применять различные формализмы для моделирования параллельных систем, а так же для спецификации и верификации их свойств.  Умеет использовать логические и алгебраические формализмы при характеризации технологических аспектов, возникающих в процессе разработки программных и программно-аппаратных комплексов | | | |
| **Краткое описание применения:** Обсуждение различных аспектовтеоремизаконов теории вероятностей и математической статистики. | | | |
| **2** | Портфолио | | ОПК-8 |
| **Формируемые умения:**  Уметь применять различные формализмы для моделирования параллельных систем, а так же для спецификации и верификации их свойств.  Умеет использовать логические и алгебраические формализмы при характеризации технологических аспектов, возникающих в процессе разработки программных и программно-аппаратных комплексов | | | |
| **Краткое описание применения:** бакалавры ведут портфолио (оценки за выполненные заданий, оценки за коллоквиум, за контрольную работу), которое является основой для проведения аттестации по дисциплине | | | |

Для организации и контроля самостоятельной работы бакалавров, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (таблица 5.2).

Таблица 5.2

|  |  |
| --- | --- |
| Информирование | https://et.nsu.ru/course/view.php?id=924 |
| Консультирование | https://et.nsu.ru/course/view.php?id=924 |
| Контроль | https://et.nsu.ru/course/view.php?id=924 |
| Размещение учебных материалов | https://et.nsu.ru/course/view.php?id=924 |

**6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине**

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме портфолио (задачи), промежуточная аттестация в форме экзамена.

Студентам предлагается выполнить 2 практических задания. Выполненные задания сдаются преподавателю на занятии.

Оценка промежуточной аттестации для экзамена выставляется:

* по результату устного ответа на экзаменационный билет;
* на основании выполнения заданий по практическим работам;

Оценка ответа обучающегося по дисциплине «Теория параллелизма» является положительной («удовлетворительно» и выше) только в случае положительных оценок по всем вопросам и задачам.

По результатам освоения дисциплины «Теория параллелизма» выставляется оценка «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

По результатам аттестации выставляется оценка по шкале «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

В таблице 6.1 представлено соответствие форм аттестации заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Коды компетенций ФГОС** | **Результаты обучения** | **Формы аттестации** | |
| **семестр 4** | |
| портфолио | Экзамен |
| **ОПК-8** | ОПК-8.1 Знать: алгоритмические языки программирования, операционные системы и оболочки, современные среды разработки программного обеспечения | **+** | **+** |
| **ОПК-8** | ОПК-8.2 Уметь: составлять алгоритмы, писать и отлаживать коды на языке программирования, тестировать работоспособность программы , интегрировать программные модули | **+** | **+** |
| **ОПК-8** | ОПК-8.3 Владеть: языком программирования; навыками отладки и тестирования работоспособности программы | **+** | **+** |

Требования к структуре и содержанию портфолио, оценочные средства, а также критерии оценки сформированности компетенций и освоения дисциплины в целом, представлены в Фонде оценочных средств, являющемся приложением 1 к настоящей рабочей программе дисциплины.

**7. Литература**

1. Кузнецов, А.С. Теория вычислительных процессов : учебник / А.С. Кузнецов, Р.Ю. Царев, А.Н. Князьков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. - 184 с. : табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7638-3193-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435696>
2. Карепова, Е.Д. Основы многопоточного и параллельного программирования : учебное пособие / Е.Д. Карепова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук», Сибирский научно-образовательный центр суперкомпьютерных технологий. - Красноярск : СФУ, 2016. - 355 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7638-3385-0 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497217>
3. Основы высокопроизводительных вычислений : учебное пособие / К.Е. Афанасьев, С.В. Стуколов, В.В. Малышенко и др. - Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2012. - Т. 2. Технологии параллельного программирования. - 412 с. - ISBN 978-5-8353-1246-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232204>
4. Гергель, В.П. Теория и практика параллельных вычислений : учебное пособие / В.П. Гергель. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2007. - 424 с. : ил.,табл. - (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-9556-0096-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233067>

*Интернет-ресурсы*

Таблица 7.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование Интернет-ресурса | Краткое описание |
| 1 | <http://spinroot.com/spin/whatispin.html> | Официальный сайт инструмента верификации моделей SPIN |

**8. Учебно-методическое и программное обеспечение дисциплины**

**8.1. Учебно-методическое обеспечение**

Основным учебно-образовательным ресурсом курса является WWW сайт

<https://et.nsu.ru/course/view.php?id=924>

**8.2. Программное обеспечение**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Специализированное программное обеспечение для изучения дисциплины не требуется.

**9. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Полнотекстовые журналы Springer Journals за 1997-2015 г., электронные книги (2005-2016 гг.), коллекция научных биомедицинских и биологических протоколов SpringerProtocols, коллекция научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials, реферативная БД по чистой и прикладной математике zbMATH.
2. Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки (ЭБД РГБ)
3. Электронные ресурсы Web of Science Core Collection (Thomson Reuters Scientific LLC.), Journal Citation Reports + ESI
4. БД Scopus (Elsevier)

**10. Материально-техническое обеспечение**

Таблица 10.1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Наименование** | **Назначение** |
| 1 | Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) | Для проведения лекционных занятий |
| 2 | Компьютерный класс (с выходом в Internet) | Для проведения практических занятий и организации самостоятельной работы обучающихся |

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
«Теория параллелизма»**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа) | Дата и №  протокола Ученого совета ФИТ | Подпись  ответственного |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

1. С учетом выделенных часов на промежуточную аттестацию [↑](#footnote-ref-1)