|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  Озерский технологический институт -  филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения  высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  (ОТИ НИЯУ МИФИ) | | | |
| Кафедра прикладной математики | | |
| УТВЕРЖДАЮ  ДИРЕКТОР  И. А. Иванов  « 24 » мая 2021 г. | | |
| РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ | | |
| Теория вычислительных процессов | | |
| (наименование дисциплины ) | | |
|  | | |
| Направление подготовки (специальность): |  | |
|  |  | |
| Профиль подготовки: |  | |
|  |  | |
| Наименование образовательной программы: |  | |
|  |  | |
| Квалификация (степень) выпускника: | бакалавр |  |
| (бакалавр, магистр, специалист) |  |
|  |  | |
| Форма обучения: | очная |  |
| (очная, очно-заочная (вечерняя), заочная) |  |

г. Озёрск, 2021 г.

# ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Теория вычислительных процессов» является научить студентов квалифицированно применять математический аппарат для описания, анализа и синтеза формальных моделей вычислительных процессов с направленностью на использование этих моделей в практике проектирования типовых компонентов программного и программно-аппаратного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем.

# МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Теория вычислительных процессов» входит в Блок 1 «Дисциплины (модули)» в обязательную часть основной образовательной программы бакалавриата «Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем», модуль «Профессиональный».

# КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции и планируются следующие результаты обучения по дисциплине:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Компетенция / Индикатор** | **Содержание** | **Результаты обучения по дисциплине** |
|  | **ПК-1** | **Способен обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности** |  |
|  | ПК-1.1 | З-ПК-1 Знать: основы верификации и аттестации аппаратного и программного обеспечения, стандарты качества и процессов его обеспечения, способы оптимизации, принципы и виды отладки, методы оценки качества, методики постановки экспериментов |  |
|  | ПК-1.2 | У-ПК-1 Уметь: разрабатывать и специфицировать требования, осуществлять составление описания проводимых исследований, подготовку данных для составления обзоров и отчетов, обосновывать принимаемые проектные решения, выполнять эксперименты по проверке корректности решений |  |
|  | ПК-1.3 | В-ПК-1 Владеть: навыками построения моделей объектов профессиональной деятельности с использованием инструментальных средств, навыками тестирования, отладки и верификации |  |
|  | **ПК-3** | **Способен разрабатывать модели и компоненты аппаратно-программных комплексов и баз данных, используя современные инструментальные средства и технологии** |  |
|  | ПК-3.1 | З-ПК-3 Знать: схемотехнику логических схем, цифровых и запоминающих устройств, принципы построения и элементы микропроцессоров и микроконтроллеров, принципы работы программируемых логических матриц и программируемой матричной логики, основы объектно- ориентированного подхода к программированию, базы данных и системы управления базами данных для информационных систем различного назначения, принципы построения современных операционных систем и особенности их применения |  |
|  | ПК-3.2 | У-ПК-3 Уметь: строить логические схемы счетчиков, регистров, сумматоров и запоминающих устройств, строить временные диаграммы работы интерфейсов и контроллеров, сопрягать аппаратные и программные средства в составе аппаратно- программных комплексов, работать с современными системами программирования, включая объектно- ориентированные |  |
|  | ПК-3.3 | В-ПК-3 Владеть: современными инструментальными средствами проектирования цифровых устройств, языками процедурного и объектно- ориентированного программирования, навыками разработки и отладки программ |  |

В результате освоения дисциплины студент должен:

- иметь представление о проблемах и направлениях развития теории вычислительных процессов, новых способах их формального описания и верификации;

- иметь представление об основных тенденциях развития способов задания семантики программ, их формальной спецификации и верификации;

- знать формальные модели основных вычислительных процессов;

- знать методы управления процессами и их синхронизации;

- знать протоколы взаимодействия объектов;

- знать методы анализа вычислительных процессов;

- знать возможные аномалии при кооперировании процессов и конкуренции за обладание общими ресурсами;

- знать основные классы схем программ, используемых при конструировании языков программирования;

- знать методы моделирования систем на основе сетей Петри;

- уметь моделировать работу алгоритмов взаимодействия процессов и ресурсов в работе вычислительной системы.

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Общая трудоемкость дисциплины составляет: |  |  |  |  |
| Кредитов: | 2 |  |  |  |
| Часов: | 72 |  |  |  |

в том числе в 4 семестре: контактная работа 48 (лекции 32, практики 16), самостоятельная работа 24, зачет

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Раздел учебной дисциплины | Недели | Виды учебной деятельности, включая СРС, трудоемкость (в часах) | | | | Текущий контроль успеваемости (*неделя, форма*) | Аттестация раздела  (*неделя, форма*) | Макс. балл за раздел |
| Лекции | Практ. занятия/ семинары | Лаб. раб. | СРС |
|  | 4 семестр | | | | | | | | |
| 1 | Схемы программ | 1-4 | 8 | 4 |  | 8 | 2ПР1  3ПР2  4ПР3 | 7ДЗ1 | 14 |
| 2 | Семантическая теория программ | 5-8 | 8 | 4 |  | 4 | 5ПР4  8ПР5 | 9КР1 | 10 |
| 3 | Теоретические модели вычислительных процессов | 9-12 | 8 | 4 |  | 4 | 10ПР6  12ПР7 | 13КР2 | 10 |
| 4 | Сети Петри | 13-16 | 8 | 4 |  | 8 | 14ПР8  16ПР9 | 13ДЗ2  16КР3 | 16 |
|  | Итого баллов за семестр: |  | 36 | 18 |  | 18 |  |  | 50 |
|  | Зачет: |  |  |  |  |  |  |  | 50 |
|  | Итого за 4 семестр: |  |  |  |  |  |  |  | 100 |

Обозначения оценочных средств: ПР - практическая работа, КР - контрольная работа, ДЗ - индивидуальное домашнее задание.

В разделе 1 «Схемы программ» рассматриваются следующие вопросы: функции и графы, вычислимость и разрешимость, программы и схемы программ, стандартные схемы программ: базис класса стандартных схем программ, графовая форма стандартной схемы, линейная форма стандартной схемы, интерпретация стандартных схем программ; свойства и виды стандартных схем программ: эквивалентность, тотальность, пустота, свобода, свободные интерпретации, согласованные свободные интерпретации, логико-термальная эквивалентность; моделирование стандартных схем программ: одноленточные автоматы, многоленточные автоматы, двухголовочные автоматы; рекурсивные схемы: рекурсивное программирование, определение рекурсивной схемы; трансляция схем программ: классы схем, схемы с процедурами, классы обогащенных схем, трансляция обогащенных схем, структурированные схемы.

В разделе 2 «Семантическая теория программ» рассматриваются следующие вопросы: описание смысла программ: операционная семантика, аксиоматическая семантика, денотационная семантика, декларативная семантика; языки формальной спецификации; верификация программ: методы доказательства правильности программ, использование высказываний в программах, правила верификации Хоара.

В разделе 3 «Теоретические модели вычислительных процессов» рассматриваются следующие вопросы: взаимодействующие последовательные процессы: определения, законы, реализация процессов, протоколы, операции над протоколами, протоколы процесса, спецификации; параллельные процессы: взаимодействие, параллелизм, задача об обедающих философах, помеченные процессы, множественная пометка; взаимодействие – обмен сообщениями: ввод и вывод, взаимодействия, подчинения; разделяемые ресурсы: поочередное использование, общая память, кратные ресурсы, планирование ресурсов; программирование параллельных вычислений: много-поточная обработка, условные критические участки, мониторы; модели параллельных вычислений: процесс/канал, обмен сообщениями, параллелизм данных, модель общей памяти.

В разделе 4 «Сети Петри» рассматриваются следующие вопросы: теоретико-множественное определение сетей Петри, графы сетей Петри, маркировка сетей Петри, правила выполнения сетей Петри; моделирование систем на основе сетей Петри: события и условия, одновременность и конфликт, моделирование параллельных взаимодействующих процессов, свойства сетей Петри, методы анализа сетей Петри.

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации образовательных технологий. При освоении разделов дисциплины используется сочетание видов учебной деятельности (лекции, практические занятия, самостоятельная работа студента) с использованием интерактивных форм проведения занятий в аудитории.

Используемые образовательные технологии при изучении данной дисциплины:

- контекстное обучение;

- метод проектов;

- работа в команде;

- дискуссия;

- тренинг;

Интерактивные формы проведения занятий составляют 11 часов или 20% от общего объема аудиторных занятий.

# ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.

## Текущий контроль проводится в виде контроля выполнения практических работ.

Примерные темы практических работ во 4 семестре

1) Математическое уточнение понятия алгоритма

2) Стандартные схемы программ

3) Трансляция схем программ

4) Спецификация программ

5) Верификация программ

6) Процессы и протоколы

7) Взаимодействие процессов

8) Моделирование систем на основе сетей Петри

9) Анализ сетей Петри.

## Рубежный контроль (аттестация раздела) проводится в виде контрольных работ и индивидуальных домашних заданий.

### Контрольная работа № 1 «Семантическая теория программ» (семестр 4).

Время проведения контрольной работы - 9 неделя.

Описание контрольной работы: тест по теме «Семантическая теория программ».

### Контрольная работа № 2 «Теоретические модели вычислительных процессов» (семестр 4)

Время проведения контрольной работы - 13 неделя.

Описание контрольной работы: тест по теме «Теоретические модели вычислительных процессов»

### Контрольная работа № 3 «Итоговая контрольная работа» (семестр 4)

Время проведения контрольной работы - 16 неделя.

Описание контрольной работы: итоговый тест по дисциплине «Теория вычислительных процессов».

### Индивидуальное домашнее задание № 1 «Схемы программ» (4 семестр)

Индивидуальное домашнее задание выдается на 1 неделе.

Срок сдачи индивидуального домашнего задания - 7 неделя.

Описание задания:

1) Написать программу решения задачи (часть 1).

2) Составить ССП в линейной и графовой форме.

3) Указать интерпретацию ССП и представить протокол выполнения программы.

4) Написать рекурсивную программу решения задачи (часть 2)

5) Составить PC в линейной форме.

6) Указать интерпретацию PC и представить протокол выполнения программы.

Варианты заданий (часть 1):

1) Из заданного множества точек на плоскости выбрать две различные точки так, чтобы количества точек, лежащих по разные стороны прямой, проходящей через эти две точки, различались наименьшим образом.

2) Найти максимальное из чисел, встречающихся в заданной матрице более одного раза.

3) Проверить, имеется ли в заданном тексте баланс открывающих и закрывающих круглых скобок, т. е. верно ли, что можно установить взаимно однозначное соответствие открывающих и закрывающих скобок.

4) Найти все такие простые числа, не превосходящие заданного N, двоичная запись которых представляет собой симметричную последовательность нулей и единиц (начинающуюся единицей).

5) Определить радиус и центр окружности, на которой лежит наибольшее число точек заданного на плоскости множества точек.

6) Начиная с центра, обойти по спирали все элементы квадратной матрицы размером 13x13 (распечатывая их в порядке обхода).

7) Для встречающихся в заданном тексте пар рядом расположенных символов указать, сколько раз встречается в тексте каждое из таких двухбуквенных сочетаний.

8) Построить таблицу всех различных разбиений заданного целого числаN > 0 на сумму трех натуральных слагаемых (разбиения, отличающиеся лишь порядком слагаемых, различными не считаются).

9) Задано множество M точек на плоскости. Определить, верно ли, что для каждой точки A ∈ M существует точка B ∈ M (A 6= B) такая, что не существует двух точек множества М, лежащих по разные стороны от прямой AB.

10) По заданной квадратной матрице размером 10x10, построить вектор длиной 19, элементы которого - максимумы элементов, диагоналей, параллельных главной диагонали.

11) Для заданного текста определить длину содержащейся в нем максимальной серии символов, отличных от букв.

12) Указать то число заданного множества целых чисел, в двоичном представлении которого больше всего единиц.

13) Определить радиус и центр такой окружности, проходящей хотя бы через три различные точки заданного множества точек на плоскости, что минимальна разность количеств точек, лежащих внутри и вне окружности.

14) Две строки матрицы назовем похожими, если совпадают множества чисел, встречающихся в этих строках. Найти количество строк в максимальном множестве попарно непохожих строк заданной матрицы.

15) В заданной последовательности целых чисел найти самую длинную подпоследовательность, которая является арифметической или геометрической прогрессией.

16) Перечислить все натуральные числа, не превосходящие заданного N, в двоичном представлении которых номера ненулевых разрядов образуют арифметическую прогрессию.

17) Многоугольник (не обязательно выпуклый) задан на плоскости перечислением координат вершин в порядке обхода его границы. Определить площадь многоугольника.

18) Характеристикой строки целочисленной матрицы назовем сумму ее положительных четных элементов. Переставляя строки заданной матрицы, расположить их в соответствии с ростом характеристик.

19) Перечислить все слова заданного предложения, которые состоят из тех же букв, что и первое слово предложения.

Варианты заданий (часть 2): программа вычисления рекуррентного соотношения по выбору студента по согласованию с преподавателем (числа Фибоначчи, трибоначчи и прочие подобные).

### Индивидуальное домашнее задание № 2 «Сети Петри» (4 семестр)

Индивидуальное домашнее задание выдается на 14 неделе.

Срок сдачи индивидуального домашнего задания - 16 неделя.

Содержание задания: построение дерева разметок, покрывающего и полного покрывающего дерева сети Петри; исследование сети Петри на безопасность, ограниченность, сохраняемость; определение уровня активности переходов.

## Промежуточная аттестация в 4 семестре выполняется в виде зачета.

Примерный перечень вопросов к зачету

1) вычислимость и разрешимость;

2) стандартные схемы программ: базис класса стандартных схем программ;

3) графовая форма стандартной схемы;

4) линейная форма стандартной схемы

5) интерпретация стандартных схем программ;

6) свойства и виды стандартных схем программ: эквивалентность, тотальность, пустота, свобода;

7) свободные интерпретации;

8) согласованные свободные интерпретации

9) одноленточные автоматы;

10) многоленточные автоматы

11) двухголовочные автоматы;

12) рекурсивные схемы

13) трансляция схем программ: классы схем;

14) схемы с процедурами, классы обогащенных схем, трансляция обогащенных схем

15) структурированные схемы;

16) операционная семантика

17) аксиоматическая семантика

18) денотационная семантика, декларативная семантика;

19) языки формальной спецификации;

20) верификация программ: методы доказательства правильности программ, использование высказываний в программах

21) правила верификации Хоара;

22) взаимодействующие последовательные процессы: определения, законы;

23) реализация процессов, протоколы;

24) операции над протоколами, протоколы процесса, спецификации;

25) параллельные процессы: взаимодействие, параллелизм

26) задача об обедающих философах;

27) помеченные процессы, множественная пометка;

28) взаимодействие – обмен сообщениями: ввод и вывод, взаимодействия, подчинения;

29) разделяемые ресурсы: поочередное использование, общая память, кратные ресурсы, планирование ресурсов;

30) программирование параллельных вычислений: многопоточная обработка, условные критические участки, мониторы;

31) модели параллельных вычислений: процесс/канал;

32) обмен сообщениями, параллелизм данных;

33) модель общей памяти.

34) теоретико-множественное определение сетей Петри

35) графы сетей Петри, маркировка сетей Петри;

36) правила выполнения сетей Петри;

37) моделирование систем на основе сетей Петри: события и условия, одновременность и конфликт;

38) моделирование параллельных взаимодействующих процессов;

39) свойства сетей Петри;

40) методы анализа сетей Петри.

## Самостоятельная работа студента

Самостоятельная работа студента заключается в подготовке к контрольным работам и выполнении индивидуальных домашних заданий.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Семестр | Раздел учебной дисциплины | Виды СРС | Часов |
| 2 | 2 | Схемы программ | ДЗ1 | 6 |
| 3 | 2 | Семантическая теория программ | ПК1 | 4 |
| 4 | 2 | Теоретические модели вычислительных процессов | ПК2 | 4 |
| 5 | 2 | Сети Петри | ДЗ2 | 4 |
| 6 | 2 | Сети Петри | ПК3 | 4 |

ДЗ — индивидуальное домашнее задание, ПК — подготовка к контрольной работе.

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## Основная литература:

### Рязанов Ю.Д. Теория вычислительных процессов [Электронный ресурс]: лабораторный практикум. Учебное пособие/ Рязанов Ю.Д.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2011.— 100 c.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/28402.— ЭБС «IPRbooks»

### Блюмин С.Л. Автоматы и сети Петри [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Блюмин С.Л., Жбанова Н.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012.— 83 c.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/17722.— ЭБС «IPRbooks»

## Дополнительная литература:

### Авен О.И. Управление вычислительным процессом в ЭВМ. (Алгоритмы и модели)/ О.И.Авен, Я.А.Коган. -М: ""Энергия"", 1978. - 240 с

### Анисимов Б.В. Организация вычислительных процессов ЦВМ. : Учебник для студентов вузов / Б.В.Анисимов, В.Я.Петров. -М: ""Высшая школа"", 1977. - 408 с

### Ли Т.Гю Управление процессами с помощью вычислительных машин. Моделирование и оптимизация : Пер. с англ./ Т.Гю Ли; Под ред. В.И. Мудрова. -М: Сов. радио, 1972. - 312 с

### Хоар Ч. Взаимодействующие последовательные процессы: Пер. с англ. – М.:Мир, 1989. – 264 с.

### Котов В.Е., Сабельфельд В.К. Теория схем программ. – М.: Наука, 1991. – 248 с.

### Андерсон Р. Доказательство правильности программ: Пер. с англ. – М.:Мир, 1982. – 168 с.

# МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

## Лекции проводятся в аудиторном классе, оборудованном доской, компьютером, мультимедийным проектором, экраном для проектора.

## Практические занятия проводятся в компьютерном классе (11 компьютеров).

Требуемое программное обеспечение

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Программный продукт | Количество |
| 1 | Операционная система Microsoft Windows XP, 7, 8 | 1 шт. на компьютер |
| 2 | Среда программирования Microsoft Visual Studio .NET | 1 шт. на компьютер |
| 3 | Файловый менеджер FAR | 1 шт. на компьютер |
| 4 | Программа для просмотра документов формата PDF | 1 шт. на компьютер |

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки (специальности):

|  |  |
| --- | --- |
| 09.03.01 Информатика и вычислительная техника | |
| Автор(ы) | преподаватель А. Ф. Зубаиров |
| Рецензент(ы) | Чуплыгин А.В.,  руководитель группы СИТ ФГУП «ПО «МАЯК» |
| Программа одобрена на заседании  методического совета кафедры | 24.05.2021 протокол №5 |