

Министерство образования и науки Российской Федерации  
 Государственное образовательное бюджетное учреждение высшего  
 профессионального образования  
 «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»  
 Кафедра информационных технологий и систем



**Теория вычислительных процессов**

Дисциплина по направлению 230100.62–Информатика и вычислительная техника

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

Начальник учебного отдела

 Широкашчи́кова О.В.  
 подпись И.О.Фамилия

04 03 2012 г.  
 число месяц

РАЗРАБОТАЛ

доцент кафедры ИТиС

 В.В. Дронов  
 подпись

15 02 2012 г.  
 число месяц

Принято на заседании кафедры  
 Заведующий кафедрой

 А.Л. Гавриков

15 02 2012 г.  
 число месяц

## 1 Цели освоения дисциплины

**Цель дисциплины** - 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.

Дисциплина включает изучение основных принципов и методов моделирования и управления вычислительными процессами

## 2 Место дисциплины в структуре ООП подготовки бакалавра по направлению 230100.62 "Информатика и вычислительная техника"

Дисциплина "Теория вычислительных процессов" (код Б.3.20) относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин (код Б.3). Дисциплина базируется на знаниях и умениях, приобретённых при изучении курсов "Дискретная математика", "Математическая логика и теория алгоритмов", "Программирование".

Знания и умения, полученные при изучении дисциплины "Теория вычислительных процессов", используются в последующих дисциплинах: "Операционные системы", "Web-программирование".

## 3 Требования к результатам освоения дисциплины.

В результате освоения дисциплины "Теория вычислительных процессов" у студента формируются следующие компетенции ООП подготовки бакалавра по направлению 230100.62 "Информатика и вычислительная техника":

- **использует** основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-10);
- Имеет навыки работы с компьютером как средством управления информацией (ОК-12);
- **способен разрабатывать** модели компонентов информационных систем (ПК-4), включая проектирование программных и аппаратных средств управления вычислительным процессом в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (задача 2);
- **способен разрабатывать** компоненты программных комплексов и баз данных, использовать современные инструментальные средства и технологии программирования (ПК-5), включая применение современных инструментальных средств для исследования свойств программного обеспечения (задача 6).

Для формирования указанных компетенций студент должен:

- **иметь представление**

- о проблемах и направлениях развития теории вычислительных процессов, новых способах их формального описания и верификации;
- о способах задания семантики программ, их формальной спецификации и верификации;

- **знать**

- формальные модели основных вычислительных процессов,
- методы управления процессами и их синхронизации,
- протоколы взаимодействия объектов,
- методы анализа вычислительных процессов;
- возможные аномалии при кооперировании процессов и конкуренции за обладание общими ресурсами;
- основные классы схем программ, используемых при конструировании

языков программирования;  
- методы моделирования систем на основе сетей Петри.

- **уметь**

–разрабатывать автоматные модели процессов распознавания языков;  
–моделировать работу алгоритмов взаимодействия процессов и ресурсов вычислительной системы.

- **владеть**

-методами формальной спецификации требований к программным средствам в соответствии с техническим заданием  
- навыками использования инструментальных средств моделирования и проверки свойств вычислительных процессов при разработке программного обеспечения.

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Трудоемкость дисциплины и формы аттестации

Таблица 1

Учебная работа (УР)		Всего	Распределение по семестрам
			4
Полная трудоемкость дисциплины в зачетных единицах (ЗЕ), в т.ч.:		4	4
- экзамен, ЗЕ		1	1
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):			
аудиторная	- лекции	18	18
	лабораторные работы	36	36
	- в том числе. аудиторная СРС	18	18
внеаудиторная	- внеаудиторная СРС	54	54
Аттестация:			
- экзамен		36	36

### 4.2 Содержание разделов и тем дисциплины.

#### Раздел 1. Теоретические модели вычислительных процессов.

**Тема 1.** Классификация формальных моделей вычислительных процессов. Стратегии управления вычислительными процессами.

**Тема 2.** Формальные грамматики и языки. Автоматные модели процессов распознавания языков и управления последовательными процессами.

**Тема 3.** Моделирование параллельного алгоритма и параллельного процесса. Задача распараллеливания алгоритма.

**Тема 4.** Сети Петри. Моделирование параллельного алгоритма сетью Петри. Свойства сетей Петри.

**Тема 5.** Расширенные модели сетей Петри. Моделирование протоколов информационного обмена с помощью сетей Петри.

**Раздел 2. Теория схем программ.**

**Тема 6.** Стандартные и рекурсивные схемы программ. Свойства схем программ.

Трансляция схем программ.

**Тема 7.** Задачи, решаемые на схемах программ.

**Раздел 3. Семантическая теория программ.**

**Тема 8.** Описание смысла программ. Языки формальной спецификации.

**Тема 9.** Методы формальной верификации программ.

#### 4.2 Календарный план дисциплины.

Таблица 2

Модуль, раздел (тема), КП/ КР	Семестр	№ недели	Трудоемкость по видам учебной работы (АЧ)				Баллы Рейтинга		Реком учео издания	Реком уч-мет издания
			лек	ЛР	Ауд. СРС	Внеауд. СРС	порог	максим		
<b>Раздел 1. Теоретические модели вычислительных процессов.</b>	4	1-10	10	20	10	32	50	100		
Тема 1. Классификация формальных моделей вычислительных процессов. Стратегии управления вычислительными процессами.		1-2	2	2	2	4			1,2	3
Тема 2. Формальные грамматики и языки. Автоматные модели процессов распознавания языков и управления последовательными процессами.		3-4	2	4	2	8			1	3,4
Тема 3. Моделирование параллельного алгоритма и параллельного процесса. Задача распараллеливания алгоритма.		5-6	2	2	2	6				3,4
Тема 4. Сети Петри. Моделирование параллельного алгоритма сетью Петри. Свойства сетей Петри.		7-8	2	6	2	8			2	3,4

Тема 5. Расширенные модели сетей Петри. Моделирование протоколов информационного обмена с помощью сетей Петри.		9-10	2	6	2	6			2	3
<b>Раздел 2. Теория схем программ.</b>	4	11-14	4	8	4	10	25	50		
Тема 6. Стандартные и рекурсивные схемы программ. Свойства схем программ. Трансляция схем программ.		11-12	2	4	2	4			5	3
Тема 7. Задачи, решаемые на схемах программ.		13-14	2	4	2	6			5	3
<b>Раздел 3. Семантическая теория программ.</b>	4	15-18	4	8	4	12	25	50		
Тема 8. Описание смысла программ. Языки формальной спецификации.		15-16	2	4	2	4			5	3
Тема 9. Методы формальной верификации программ.		17-18	2	4	2	8			6	3
Итого			18	36	18	54	100	200		

### 4.3 Формирование компетенций студентов.

Таблица 3

№ темы (раздела) дисциплины	Код компетенции	Трудоемкость, АЧ	Компоненты компетенции			
			Ориентировочный	Зна-ниевый	Операци-ональный	Опыт
Тема 1	ОК-10	8	+	+		
Тема 2	ОК-12, ПК-4	14		+	+	+
Тема 3	ОК-12, ПК-4	10		+	+	
Тема 4	ОК-10, ПК-5	16		+	+	+
Тема 5	ОК-12, ПК-5	14		+	+	+
Тема 6	ОК-10	10		+	+	
Тема 7	ОК-10	12		+		
Тема 8	ОК-10	10	+			
Тема 9	ОК-10	14	+			

### 4.4 Темы лабораторных работ.

Таблица 4

№	Тема занятия	№ недели
1	Формальные модели вычислительных процессов. Модель конечного автомата.	1
2	Построение модели распознающего автомата по заданной автоматной грамматике.	2
3	Задача минимизации автомата.	

	Алгоритм Мили.	3
4	Программная реализация распознающего автомата.	4, 5
5	Задача распараллеливания вычислительного алгоритма.	6
6	Ознакомление с прикладной программой Petri	7
7	Моделирование параллельного алгоритма сетью Петри.	8
8	Моделирование многопоточного вычислительного процесса сетью Петри.	9
9	Моделирование протоколов информационного обмена сетью Петри.	10
10	Стандартные схемы программ. Задачи исследования свойств схемы программ.	11
11	Аксиоматическая семантика программ. Методы верификации программ.	12
12	Спецификация реактивной программной системы на языке темпоральной логики. Модель Крипке.	13, 14
13	Верификация реактивной программной системы.	15,16
14	Заключительное занятие	17

#### 4.5 Содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа предназначена для:

- углубления полученных теоретических знаний,
- самостоятельного изучения отдельных вопросов (п.п. 5,6 табл.6),
- подготовки к лабораторным работам,
- оформления отчётов и рефератов.

#### Содержание самостоятельной работы

Таблица 6

№	Содержание работы	Количество часов	Форма контроля
1	Программирование распознающего автомата: <ul style="list-style-type: none"> <li>• преобразование недетерминированного автомата к детерминированному,</li> <li>• программная реализация функции переходов детерминированного автомата.</li> </ul>	6	Отчёт
2	Программирование задачи минимизации автомата: <ul style="list-style-type: none"> <li>• поиск пар неотличимых состояний автомата,</li> <li>• построение функции переходов минимального автомата.</li> </ul>	6	Отчёт
3	Программирование задачи распараллеливания алгоритма: <ul style="list-style-type: none"> <li>• распараллеливание ациклического алгоритма,</li> <li>• преобразование информационно-логического</li> </ul>	6	Отчёт

	графа к ациклическому виду.		
4	Моделирование параллельного алгоритма сетью Петри: <ul style="list-style-type: none"> <li>• построение сетевой модели по заданному информационно-логическому графу,</li> <li>• исследование свойств сетевой модели.</li> </ul>	6	Отчёт
5	Задачи, решаемые на схемах программ.	6	Реферат
6	Спецификация и верификация программ: <ul style="list-style-type: none"> <li>• языки спецификации программ</li> <li>• метод индуктивных утверждений Флойда.</li> </ul>	6	Реферат
7	Трансляция программы в модель Крипке.	6	Отчёт
8	Темпоральная логика LTL. Верификатор SPIN.	6	Отчёт
9	Темпоральная логика CTL. Верификатор NuSMV.	6	Отчёт
10	Подготовка к экзамену.	36	Экзамен

#### 4.6 Примерная тематика рефератов.

- Стандартные схемы программ.
- Рекурсивные схемы программ.
- Свойства схем программ.
- Распараллеливание алгоритма по схеме программы.
- Языки формальной спецификации программы
- Методы верификации терминальных программ.
- Верификация реактивных программ.
- Трансляция программы в модель Крипке.
- Темпоральная логика LTL.
- Темпоральная логика CTL.

### 5 Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы.

**Лекции**—читаются в специализированной аудитории, оснащённой компьютером и видеопроектором, на котором демонстрируются материалы конспекта лекций и слайды по отдельным темам.

**Лабораторно-практические занятия**— проводятся в компьютерном классе. По темам 2 и 3 студент должен разработать собственные программы на любом языке программирования, по темам 4 и 5 используется программа Petri.

**Самостоятельная работа студентов**—включает изучение теоретического материала, оформление отчётов по лабораторным работам и подготовку

рефератов по теории схем программ, спецификации и верификации реактивных программных систем.

## 6 Оценка качества освоения дисциплины студентами

Для оценки качества освоения студентами программы дисциплины используются следующие виды контроля:

- текущий контроль (ТК)– балльные оценки отчётов по лабораторным работам (сроки представления отчётов в соответствии с табл.4), максимальный балл за отчёт– 10,
- рубежная аттестация на 9– ой неделе– итоговая оценка по представленным отчётам,
- экзамен: а) теоретическая часть–вопросы в приложении Б,  
б) практическая часть–умение решать задачи по тематике лабораторно–практических занятий (таблица 4).

*Технологическая карта* дисциплины с оценкой различных видов учебной деятельности по этапам контроля приведена в приложении В.

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины:

- пороговый («оценка «удовлетворительно») – 100-139 баллов.
- стандартный (оценка «хорошо») –140-179 баллов.
- эталонный (оценка «отлично») – 180-200 баллов.

Критерий	В рамках формируемых компетенций студент демонстрирует
пороговый	знание и понимание теоретического содержания курса с незначительными пробелами; несформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, низкое качество выполнения учебных заданий (не выполнены, либо оценены числом баллов, близким к минимальному); низкий уровень мотивации учения;
стандартный	полное знание и понимание теоретического содержания курса, без пробелов; недостаточную сформированность некоторых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях; достаточное качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий (ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками); средний уровень мотивации учения;
эталонный	полное знание и понимание теоретического содержания курса, без пробелов; сформированность необходимых практических умений при применении знаний в конкретных ситуациях, высокое качество выполнения всех предусмотренных программой обучения учебных заданий (оценены числом баллов, близким к максимальному); высокий уровень мотивации учения.

## 7 Учебно-методическое, информационное и программное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература:

1. Теория вычислительных процессов : Конспект лекций / В. В. Дронов ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2009. - 86, [1] с. : ил.
2. Гуров В.В. Основы теории и организации ЭВМ: Учеб. пособие. - М.: Интернет-Ун-т Информ. Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 268,[1]с.
3. Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений: Учеб. пособие. - М.: Интернет-Ун-т Информ. Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. - 423с.
4. Карпов Ю.Г. Теория автоматов. СПб.: Питер, 2002 – 206с
5. Теория вычислительных процессов : лабораторный практикум / сост. В. В. Дронов ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2006. - 19 с.
6. Кларк Э.М., Грамберг О., Пелед Д. Верификация моделей программ: Model Checking. Пер. с англ. / Под ред. Р. Смелянского.–М.: МЦНО, 2002. – 416с

## 7.2 Дополнительная литература

7. Древец Ю.Г Организация ЭВМ и вычислительных систем : Учеб. для студентов вузов. - М. : Высшая школа, 2006. - 500,[2]с. : ил.
8. Барский А.Б. Параллельные информационные технологии : Учеб. пособие. - М. : Интернет-Ун-т Информ. Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. - 502с.
9. Цилькер Б.Я. Организация ЭВМ и систем : Учеб. для вузов. - СПб. : Питер, 2004. - 667с. : ил.

### 7.3 Информационное и программное обеспечение:

- Электронные материалы УМК “Теория вычислительных процессов” на сайте кафедры Информационных технологий и систем НовГУ,
- Программа “Petri”.

## 8 Материально-техническое обеспечение дисциплины.

**Лекции** читаются в специализированной аудитории, оснащённой компьютером и видеопроектором, на котором демонстрируются материалы конспекта лекций и слайды по отдельным темам.

**Лабораторно-практические занятия** проводятся в компьютерном классе, при изучении раздела “Сети Петри” используется программа Petri.

## **Приложение А**

### **Содержание рубежной аттестации (9-ая неделя):**

- 1 Защита лабораторных работ по темам:
  - Программная реализация распознающего автомата;
  - Распараллеливание вычислительного алгоритма;
  - Моделирование вычислительного процесса сетью Петри.
2. Проверка усвоения теоретического материала по вопросам 1-11 / Приложение Б/

## **Приложение Б**

### **Экзаменационные вопросы по курсу**

1. Понятие и способы описания вычислительного процесса.
2. Классификация вычислительных процессов.
3. Формализация управления вычислительным процессом.
4. Классификация стратегий управления вычислительным процессом.
5. Модель конечного автомата, способы задания автомата.
6. Задача минимизации автомата, алгоритм ее решения.
7. Проблема распознаваемости языков, распознающие машины.
8. Структурная схема распознающего автомата, программная реализация.
9. Понятие сети Петри, диаграммы маркировок.
10. Классификация отношений между переходами сети Петри.
11. Свойства сетей Петри.
12. Подклассы сетей Петри.
13. Задачи достижимости и активности сетей Петри.
14. Представление конечного автомата сетью Петри.
15. Расширенные модели сетей Петри.
16. Понятие и способы описания параллельных алгоритмов.
17. Понятие максимально параллельного алгоритма и его представление сетью Петри.
18. Понятие многопоточного процесса, управление потоками.
19. Параллельные граф-схемы алгоритма с независимыми и взаимодействующими ветвями.
20. Аномалии в системе взаимодействующих процессов. Дедлок при конкуренции на общих ресурсах.
21. Аномалии при информационном обмене. Протоколы обмена.
22. Анализ протоколов информационного обмена с помощью сетей Петри.
23. Понятие стандартной схемы программ.
24. Свойства стандартных схем программ и проблема их алгоритмической разрешимости.
25. Обогащенные стандартные схемы программ.
26. Понятие транслируемости схем программ. Диаграмма транслируемости.
27. Методы формальной спецификации программ.

28. Методы верификации терминальных программ.
29. Методы верификации реактивных программ.
30. Трансляция программ в модели Крипке.

**Пример экзаменационного билета.**

1. Понятие и способы описания параллельных вычислительных процессов.
2. Свойства стандартных схем программ и проблема их алгоритмической разрешимости.
3. Задача распараллеливания вычислительного алгоритма.

**Приложение В**  
**Технологическая карта дисциплины**  
**Трудоемкость дисциплины 4 ЗЕ = 50 б.\*4=200 баллов.**

Семестр Недели	Виды учебной работы и трудоемкость	Аудиторный контроль теоретических знаний (в баллах)	Работа на лабораторно- практических занятиях (в баллах)	Самостоятельная Работа(СР) (в баллах)	Творческий рейтинг	Экзамен (в баллах)
<b>4 с</b>		<b>0 – 20</b>	<b>0-80</b>	<b>0-30</b>	<b>20</b>	<b>50</b>
	<b>1 этап</b>	0-10	0 – 40	0-15	0-10	
1	<i>Раздел1</i>					
2						
3		Тест 10 баллов				
4			ЛР1(10 б)			
5						
6			ЛР2(10 б)			
7						
8			ЛР3(10 б)	Анализ		
9			ЛР4(10 б)	результата 15б	10 баллов	
	<i>Рубежная</i>	<i>аттестация</i>	<i>Min-38 б, Max-75б</i>			
	<b>2 этап</b>	0-10	0 – 40	0-75	0-10	
10	<i>Раздел2</i>					
11			Отчёт(10б)			
12						
13			Реферат (10 б)			
14	<i>Раздел3</i>					
15						
16			Отчёт(10б)			
17				Анализ		
18		Тест (10 баллов)	Реферат (10 б)	результата 15б	10баллов	
	Экзамен					50 баллов
	<i>Рубежная</i>	<i>аттестация</i>	<i>Min-38 б, Max-75 б</i>			
	<i>Семестровая</i>	<i>аттестация</i>	<i>Min-100 б, Max-200 б</i>			

**Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины:**

- пороговый («оценка «удовлетворительно») – 100 – 139 баллов.
- стандартный (оценка «хорошо») – 140 – 179 баллов.
- эталонный (оценка «отлично») – 180 – 200 баллов.

## Приложение Г

Дисциплина «Теория вычислительных процессов»  
 Дисциплина по направлению 230100.62–Информатика и вычислительная техника  
 Всего часов – 144, из них лекций –18, лабораторно-практических занятий – 36,  
 СРС ауд. – 18, СРС внеауд. – 54.  
 Форма обучения – очная  
 Обеспечивающая кафедра –Информационных технологий и систем.  
 Семестр – 4.

Таблица 1 - Обеспечение дисциплины учебными изданиями

Библиографическое описание издания	Вид занятия, в котором используется	Число часов	Количество экземпляров в библ НовГУ
Теория вычислительных процессов : Конспект лекций / В. В. Дронов ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2009.	лекции, СРС	72	10
Теория вычислительных процессов : лабораторный практикум / сост. В. В. Дронов ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2006. - 19 с.	лаб. работы, СРС	90	59
Карпов Ю.Г. Теория автоматов. СПб.: Питер, 2002	лекции, СРС	16	5
Гуров В.В. Основы теории и организации ЭВМ: Учеб. пособие. - М.: Интернет-Ун-т Информ. Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 268,[1]с.	лекции, СРС	18	15
Гергель В.П. Теория и практика параллельных вычислений: Учеб. пособие. - М.: Интернет-Ун-т Информ. Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. - 423с.	лекции, СРС	20	12
Кларк Э.М., Грамберг О., Пелед Д. Верификация моделей программ: Model Checking. Пер. с англ. / Под ред. Р. Смелянского.–М.: МЦНО, 2002.	Лекции СРС	18	1

Таблица 2 - Обеспечение дисциплины учебно-методическими изданиями

Библиографическое описание издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Вид занятия, в котором используется	Число часов, обеспечиваемых изданиями	Кол. экз. в библ. НовГУ (на каф.)	Примеч.
Теория вычислительных процессов. Дисциплина по направлению 230100.62–Информатика и вычислительная техника Рабочая программа	Все виды занятий	144	1	<a href="http://www.novsu.ru/study/umk/">http://www.novsu.ru/study/umk/</a> *
Древс Ю.Г. Организация ЭВМ и вычислительных систем : Учеб. для студентов вузов. - М. : Высшая школа, 2006. - 500,[2]с. : ил.	Все виды занятий	144	20	
Барский А.Б. Параллельные информационные технологии : Учеб. пособие. - М. : Интернет-Ун-т Информ. Технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. - 502с.	Все виды занятий	144	12	
Цилькер Б.Я. Организация ЭВМ и систем : Учеб. для вузов. - СПб. : Питер, 2004. - 667с. : ил		144	12	
УМК по дисциплине Теория вычислительных процессов	Все виды занятий	144		<a href="http://www.novsu.ru/study/umk/">http://www.novsu.ru/study/umk/</a> *
Компьютерная программа "PETRI"	Лаборат. работы	6		Компьютерный класс D:/Dronov/Petri

\*Доп. информация на сайте

Учебно-методическое обеспечение дисциплины \_\_\_\_\_ 100%  
 Зав. кафедрой ИТиС \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_ уч.г.