

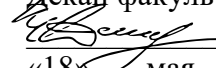
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра теоретической информатики

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ

 Д.Ю. Чалый

«18» мая 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**

«Сети Петри»

**Направление подготовки**

01.03.02 Прикладная математика и информатика

**Направленность (профиль)**

«Прикладная математика и информатика»

**Квалификация выпускника**

Бакалавр

**Форма обучения**

очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 27 апреля 2021 г., протокол № 9

Программа одобрена НМК  
факультета ИВТ  
протокол № 7 от 17 мая 2021 г.

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями дисциплины «Сети Петри» являются: ознакомление с основами теории сетей Петри, а также с примыкающими разделами дискретной математики; обучение основным методам моделирования и анализа параллельных и распределенных систем; ознакомление с историей развития теории сетей Петри.

Дисциплина «Сети Петри» обеспечивает приобретение знаний и умений в соответствии с ФГОС ВПО, содействует расширению научного кругозора студента, формированию представления о современном состоянии теоретической информатики и приобретению специальных знаний из области моделирования и анализа сложных информационных систем.

### 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата

Дисциплина «Сети Петри» относится к вариативной части (дисциплина по выбору) ОП бакалавриата. Она имеет разносторонние связи со многими другими математическими и специальными дисциплинами. При изучении дисциплины «Сети Петри» используются знания из теории множеств (операции и отношения на множествах), теории алгоритмов (конечные автоматы, машины Тьюринга, проблемы разрешимости, проблемы сложности алгоритмов) и теории формальных языков.

При освоении дисциплины необходимы такие личностные характеристики, как: общая образованность, организованность и трудолюбие, самостоятельность, настойчивость в достижении цели.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОП бакалавриата

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-2 Способен к разработке и применению алгоритмов, моделей данных в профессиональной области	ПК – 2.2 Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– основы теории мультимножеств и частичных порядков;</li><li>– ключевые понятия и проблемы теории параллелизма;</li><li>– основы теории сетей Петри.</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– использовать сети Петри для моделирования и анализа.</li></ul> <b>Владеть навыками:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– работы с понятиями мультимножества и частичного порядка.</li></ul>

### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. ед., 108 акад. час.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1.	Введение в теорию сетей Петри	7	2		4			2	
2.	Мультимножества и частичные порядки	7	4		6	1		2	Контрольная работа
3.	Обыкновенные сети Петри	7	2		6	1		2	Контрольная работа
4.	Языки сетей Петри, анализ поведения систем	7	4		8	1		2	Контрольная работа
5.	Подклассы и расширения обыкновенных сетей Петри	7	3		6	1		2	Контрольная работа
6.	Сети Петри высокого уровня	7	3		6	1		3	Контрольная работа
	Всего за 7 семестр		18		36	5		13	Экзамен
	Всего		18		36	5		13	

#### Содержание разделов дисциплины:

##### Раздел 1. Введение в теорию сетей Петри

Теория формальных моделей. Краткий исторический обзор. Задачи моделирования. Спецификация, тестирование, верификация. Выразительность и разрешимость. Тезис Чёрча-Тьюринга. Неформальное определение сети Петри. Примеры применения.

##### Раздел 2. Мультимножества и частичные порядки

Понятие мультимножества. Операции и отношения на мультимножествах. Понятие частично упорядоченного множества. Свойства частичных порядков.

##### Раздел 3. Обыкновенные сети Петри

Формальное определение. Поведение сети. Основные принципы моделирования, заложенные в формализм сетей Петри. Формализованные свойства элементов системы: ограниченность, безопасность, живость. Анализ множества достижимости. Полное покрывающее дерево. Разрешимые и неразрешимые проблемы для обыкновенных сетей Петри. Сеть Петри как система уравнений. Инварианты.

##### Раздел 4. Языки сетей Петри, анализ поведения систем

Помеченные сети Петри. Распознавание (порождение) языков сетями Петри. Виды языков сетей Петри: свободный, префиксный, терминальный, тупиковый. Сравнение выразительности различных классов языков. Сравнение классов языков сетей Петри с классами языков иерархии Хомского. Разрешимые и неразрешимые свойства языков сетей Петри. Другие способы анализа поведения системы. Бисимуляционная эквивалентность.

##### Раздел 5. Подклассы и расширения обыкновенных сетей Петри

Подклассы: элементарные сети Петри, автоматные сети, маркированные графы, сети со свободным выбором, сети позиций/переходов. Расширения: универсальные сети Петри

(сети с ингибиторными дугами, сети с приоритетами), сети Петри с переносящими дугами, сети Петри с обнуляющими дугами.

## **Раздел 6. Сети Петри высокого уровня**

Современные подходы к проектированию систем и моделирование при помощи сетей Петри. Раскрашенные сети Йенсена (CPN) и примеры их использования. Вложенные сети Ломазовой. Рекурсивные вложенные сети.

## **5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Академическая лекция** (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине (или ее разделе) и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки специалиста. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках курса, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Семинар (семинарское занятие)** – форма занятия, на котором происходит обсуждение студентами под руководством преподавателя заранее подготовленных докладов, рефератов, проектов. Семинар выполняет следующие функции: систематизация и обобщение знаний по изученному вопросу, теме, разделу (в том числе в нескольких учебных курсах); совершенствование умений работать с дополнительными источниками, сопоставлять изложение одних и тех же вопросов в различных источниках информации; умений высказывать свою точку зрения, обосновывать ее; писать рефераты, тезисы и планы докладов и сообщений, конспектировать прочитанное. План семинара озвучивается заранее и в нем обычно указываются основные вопросы, подлежащие рассмотрению и литература, рекомендуемая всем и отдельным докладчикам.

**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний по предложенному алгоритму.

## **6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации – программы Microsoft Office, издательская система LaTeX;
- для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **а) основная:**

1. Башкин В.А. Модели потоков работ: метод. указания. - Ярославль: ЯрГУ, 2009.
2. Ломазова И.А. Сети Петри и анализ поведенческих свойств распределенных систем. - Ярославль: ЯрГУ, 2002.

**б) дополнительная:**

1. Котов В.Е. Сети Петри. - М.: Наука. 1984.
2. Ломазова И.А. Вложенные сети Петри: моделирование и анализ распределенных систем с объектной структурой. / И. А.Ломазова - М.: Научный мир, 2004. - 207с.
3. Башкин В. А. Эквивалентность ресурсов в сетях Петри. / В. А. Башкин, И. А. Ломазова - М.: Научный мир, 2008. - 206 с.
4. Аалст В.в.д. Управление потоками работ: модели, методы и системы. / В. Аалст, К. Хей; под ред. И. А. Ломазовой ; пер. с англ. В. А. Башкина, И. А. Ломазовой - М.: Физматлит, 2007. - 315 с.
5. Минский М. Вычисления и автоматы: Пер.с англ. / М.Минский - М.: Мир, 1971. - 364с.
6. Ачасова С. М. Алгоритмы синтеза автоматов на программируемых матрицах. / С. М. Ачасова; под ред. О.Л. Бандман - М.: Радио и связь, 1987. - 135 с.: ил.
7. Карпов Ю. Г. Теория автоматов: Учеб.пособие для вузов. / Ю. Г.Карпов; М-во образования РФ - СПб: Питер, 2002. - 206с.

**в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Petri Net Community Web Site <http://www.informatik.uni-hamburg.de/TGI/PetriNets/>
2. CPN Group <http://cs.au.dk/CPnets/>
3. Place/Transition Petri Nets <http://www.cmi.ac.in/~madhavan/courses/acts2010/desel-reisig-ptnets.pdf>
4. The Application of Petri Nets to Workflow Management <http://www.wis.win.tue.nl/~wvdaalst/publications/p53.pdf>
5. Электронно-библиотечная система «Юрайт»( <https://urait.ru/> ).
6. Электронно-библиотечная система «Лань»( <https://e.lanbook.com/>).

**8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа и практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций,
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся.

**Автор(ы) :**

Доцент кафедры ТИ, д.ф.-м.н. Башкин В.А.

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Сети Петри»  
Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки  
знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы  
формирования компетенций**

**1.1. Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей  
аттестации**

**Типовой вариант контрольной работы**

На контрольной работе студентам предлагается следующие типовые задания:

1. Даны мультимножества над множеством из трех элементов:

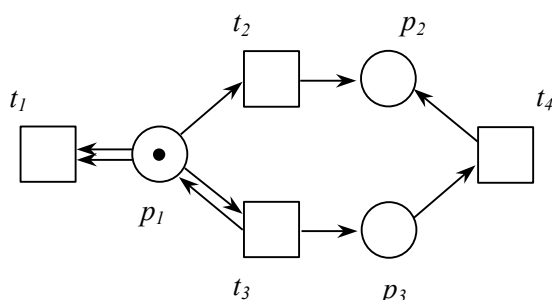
$$M_1 = (1, 3, 4), M_2 = (0, 4, 4), M_3 = (1, 0, 1).$$

Найти значения мультимножеств:

$$M_1 + M_2 = ? \quad M_1 \cup M_2 = ?$$

$$M_2 \cap M_3 = ? \quad M_2 - M_3 = ?$$

2. Построить полное покрывающее дерево сети Петри, определить ограниченность и безопасность позиций, потенциальную живость переходов.



3. Построить помеченную сеть Петри, порождающую язык  $L$  в качестве терминального (нарисовать сеть, указать  $M_i$ ):

$$\{ a^n b a^m \mid n, m > 0 \}$$

4. Построить помеченную сеть Петри с невидимыми переходами (или без), порождающую язык  $L$  в качестве терминального:

$$\{ a^n b^m c^{n+m} \mid n, m \geq 0 \}$$

**Список вопросов к зачету**

1. *Мультимножества*. Понятие конечного мультимножества. Операции и отношения на мультимножествах.
2. *Частичные порядки*. Частичный порядок. Квазипорядок. Линейный порядок. Вполне упорядочиваемый квазипорядок (wqo).
3. *Сети Петри*. Графическое представление, формальное определение, правило срабатывания перехода, достижимые разметки.
4. *Основные свойства*. Ограниченность, безопасность, консервативность, потенциальная живость, живость.
5. *Полное покрывающее дерево сети Петри*. Свойство монотонности сетей Петри, алгоритм построения полного покрывающего дерева, его использование.

6. *Алгоритмические проблемы.* Ограниченность, достижимость, равенство множеств достижимости.
7. *Инварианты в сетях Петри.* Сеть Петри как система уравнений. Р-инварианты и Т-инварианты.
8. *Языки сетей Петри.* Префиксные, терминальные языки. Сравнение класса языков сетей Петри с классами регулярных (автоматных), контекстно-свободных и контекстно-зависимых языков.
9. *Подклассы сетей Петри.* Ординарные сети, автоматные сети, маркированные графы.
10. *Универсальные сети Петри.* Сети Петри с ингибиторными дугами: определение, сравнение с машинами Тьюринга (универсальными системами). Моделирование проверки на ноль. Сети Петри с приоритетами.
11. *Высокоуровневые сети Петри.* Раскрашенные сети Йенсена. Моделирование объектов и конечных типов данных.
12. *Вложенные сети Петри.* Двухуровневые вложенные сети. Рекурсивные вложенные сети Петри. Характеристика выразительной мощности.

## **2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания**

### **2.1. Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание**

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

*Пороговый уровень* - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

*Продвинутый уровень* - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

*Высокий уровень* - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.



## 2.2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Код компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (№ темы (раздела))	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
				Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
Общепрофессиональные компетенции						
ОПК-3	Контрольная работа, зачет	1-7	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– некоторые важнейшие методы спецификации и анализа поведения систем.</li><li>– о значении теории формальных моделей в целом и теории сетей Петри в частности, ее месте в математике и информатике и роли в решении прикладных задач;</li><li>– об истории развития теории сетей Петри и о некоторых современных направлениях исследований и проблемах.</li></ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– моделировать сложные (в том числе параллельные и</li></ul>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– о значении теории формальных моделей в целом и теории сетей Петри в частности, ее месте в математике и информатике и роли в решении прикладных задач.</li></ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– моделировать сложные (в том числе параллельные и распределенные) информационные системы;</li></ul> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– анализа полученной модели.</li></ul>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– некоторые важнейшие методы спецификации и анализа поведения систем.</li><li>– о значении теории формальных моделей в целом и теории сетей Петри в частности, ее месте в математике и информатике и роли в решении прикладных задач.</li></ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– моделировать сложные (в том числе параллельные и распределенные) информационные системы.</li></ul> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– анализа полученной модели, определения её ключевых свойств.</li></ul>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– некоторые важнейшие методы спецификации и анализа поведения систем.</li><li>– о значении теории формальных моделей в целом и теории сетей Петри в частности, ее месте в математике и информатике и роли в решении прикладных задач;</li><li>– об истории развития теории сетей Петри и о некоторых современных направлениях исследований и проблемах.</li></ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– моделировать сложные (в том числе параллельные и распределенные)</li></ul>

			<p>распределенные) информационные системы.</p> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализа полученной модели, определения её ключевых свойств.</li> </ul>			<p>информационные системы.</p> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализа полученной модели, определения её ключевых свойств.</li> </ul>
<b>Профессиональные компетенции</b>						
ПК-2	Контрольная работа, зачет	1-7	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы теории мультимножеств и частичных порядков;</li> <li>– ключевые понятия и проблемы теории параллелизма;</li> <li>– основы теории сетей Петри.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать сети Петри для моделирования и анализа.</li> </ul> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работы с понятиями мультимножества и частичного порядка.</li> </ul>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы теории сетей Петри.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать сети Петри для моделирования и анализа.</li> </ul> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работы с понятиями мультимножества и частичного порядка.</li> </ul>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ключевые понятия и проблемы теории параллелизма;</li> <li>– основы теории сетей Петри.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать сети Петри для моделирования и анализа.</li> </ul> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работы с понятиями мультимножества и частичного порядка.</li> </ul>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основы теории мультимножеств и частичных порядков;</li> <li>– ключевые понятия и проблемы теории параллелизма;</li> <li>– основы теории сетей Петри.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– использовать сети Петри для моделирования и анализа.</li> </ul> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работы с понятиями мультимножества и частичного порядка.</li> </ul>

### **3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

#### **3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций**

Пороговый уровень (общие характеристики):

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

Продвинутый уровень (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объёме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Высокий уровень (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;
- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;

- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

### **3.2 Описание процедуры выставления оценки**

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «зачет» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «незачтено» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Сети Петри»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

«Сети Петри» - математическая дисциплина, посвященная изучению теории формальных моделей, в первую очередь моделей параллельных и распределенных систем. В связи с теоретической направленностью курса важно внимательно отнестись к повторению основных понятий и обозначений математической логики и теории множеств (множества, кванторы, логические связки, правила вывода, формальные грамматики, конечные автоматы), а также к освоению базовых математических понятий, изучаемых в рамках данной дисциплины (мультимножества, частичные порядки).

По-видимому, наиболее сложными темами являются «Полное покрывающее дерево сетей Петри» и «Языки сетей Петри». В первом случае необходимо изучить алгоритмы построения покрывающего дерева и полного покрывающего дерева, а также освоить их на практике и запомнить решаемые с их помощью классы задач. Вторая тема довольно велика по объему и включает в себя важнейшие теоремы, устанавливающие соотношения (по выразительности) между классом сетей Петри и такими классами систем, как конечные автоматы, магазинные автоматы и машины Тьюринга. Доказательства теорем достаточно простые (на уровне построения и обоснования примеров моделей), однако требуют четкого понимания заложенных в них идей.

В качестве дополнительных источников информации можно порекомендовать книги Котова и Питерсона начала 1980-х годов. К сожалению, более новых и достаточно подробных книг по теории сетей Петри на русском языке в настоящее время нет. Однако существует большое число англоязычной литературы, в том числе доступной в электронном виде в Интернет. Подробную информацию можно получить на официальном сайте «Petri Net Community». Там же можно найти примеры use cases и систем, построенных на основе сетей Петри.

В качестве тем для подготовки рефератов можно взять «Алгебры процессов», «PRS-системы», «Темпоральные логики» и другие смежные темы. Ещё одним вариантом реферата является построение и анализ модели какой-нибудь достаточно сложной системы (например, бизнес-процесса). Анализировать нужно такие свойства, как ограниченность, безопасность, живость и т.д.

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

В качестве учебно-методического обеспечения рекомендуется использовать литературу, указанную в разделе № 7 данной рабочей программы.

Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать широкий спектр интернет-ресурсов:

1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)) - электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (\*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://window.edu.ru/library>).

Целью создания информационной системы "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (ИС "Единое окно") является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2008 гг. Главной разработчик проекта - Федеральное государственное автономное учреждение Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ФГАУ ГНИИ ИТТ "Информика") [www.informika.ru](http://www.informika.ru).

ИС "Единое окно" объединяет в единое информационное пространство электронные ресурсы свободного доступа для всех уровней образования в России. Разделы этой системы:

- Электронная библиотека – является крупнейшим в российском сегменте Интернета хранилищем полнотекстовых версий учебных, учебно-методических и научных материалов с открытым доступом. Библиотека содержит более 30 000 материалов, источниками которых являются более трехсот российских вузов и других образовательных и научных учреждений. Основу наполнения библиотеки составляют электронные версии учебно-методических материалов, подготовленные в вузах, прошедшие рецензирование и рекомендованные к использованию советами факультетов, учебно-методическими комиссиями и другими вузовскими структурами, осуществляющими контроль учебно-методической деятельности.

- Интегральный каталог образовательных интернет-ресурсов содержит представленные в стандартизированной форме метаданные внешних ресурсов, а также содержит описания полнотекстовых публикаций электронной библиотеки. Общий объем каталога превышает 56 000 метаописаний (из них около 25 000 - внешние ресурсы). Расширенный поиск в "Каталоге" осуществляется по названию, автору, аннотации, ключевым словам с возможной фильтрацией по тематике, предмету, типу материала, уровню образования и аудитории.

- Избранное. В разделе представлены подборки наиболее содержательных и полезных, по мнению редакции, интернет-ресурсов для общего и профессионального образования.

- Библиотеки вузов. Раздел содержит подборки сайтов вузовских библиотек, электронных каталогов библиотек вузов и полнотекстовых электронных библиотек вузов.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет ([http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php)) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

3. Электронная картотека «Книгообеспеченность» ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php)) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.