

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Кафедра теоретической информатики

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ

 Д.Ю. Чалый

« 24 » мая 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

«Сети Петри»

**Направление подготовки**

02.03.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии

**Профиль**

«Информатика и компьютерные науки»

**Квалификация выпускника**

Бакалавр

**Форма обучения**

очная

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры  
от 15 марта 2022 г.,  
протокол № 8

Программа одобрена НМК  
факультета ИВТ  
протокол № 6 от  
18 апреля 2022 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» 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-1 Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат и современные технологии, интерпретировать данные современных научных исследований	ПК-1.1 Способен провести оценку и обоснование решения задач профессиональной деятельности на основе знаний в области математических и естественных наук, информационных технологий	<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><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) информационные системы при помощи сетей Петри;</li></ul> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>— анализа полученной модели, определения её</li></ul>

		ключевых свойств; – работы с понятиями мультимножества и частичного порядка.
--	--	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. ед., 72 акад. час.

№ п/ п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Се ме ст р	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
			Контактная работа						
			ле кц ии	пра кти чес кие	лаб ора тор ные	кон сул ьта ции	ат те ст ац ио нн ые ис пы та ни я	сам осто ятел ьна я рабо та	
1.	Введение в теорию сетей Петри	8	2					12	
2.	Мультимножества и частичные порядки	8	2	2				12	Контрольная работа
3.	Обыкновенные сети Петри	8	4	4		1		12	Контрольная работа
4.	Языки сетей Петри, анализ поведения систем	8	2	2		1		12	Контрольная работа
5.	Подклассы и расширения обыкновенных сетей Петри	8	4	4		1		12	Контрольная работа
6.	Сети Петри высокого уровня	8	2	4		1		12	Контрольная работа
	Всего за 8 семестр		16	16		4		72	Зачет
	Всего		16	16		4		72	

#### 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 переносщими 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.

**Консультации** – групповые занятия, являющиеся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты в решении задач, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы, обсуждаются результаты решения заданий, выполненных студентами самостоятельно.

**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.

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>

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

Аудитории, оборудованные для проведения лекций, практических занятий и консультаций, фонд библиотеки, компьютерная техника.

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.

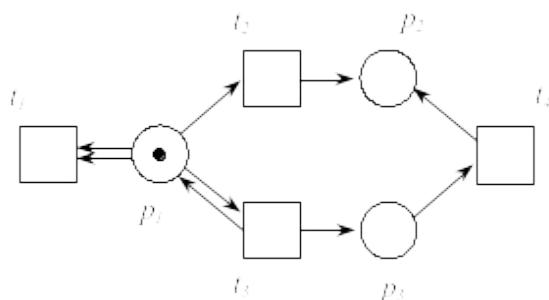
**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Сети Петри»  
Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**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**

- 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:  
 $M_1 + M_2 = ?$        $M_1 \cup M_2 = ?$   
 $M_2 \cap M_3 = ?$        $M_2 - M_3 = ?$
- Построить полное покрывающее дерево сети Петри, определить ограниченность и безопасность позиций, потенциальную живость переходов.



- Построить помеченную сеть Петри, порождающую язык  $L$  в качестве терминального (нарисовать сеть, указать  $M_i$ ):  
 $\{ a^n b a^m \mid n, m > 0 \}$
- Построить помеченную сеть Петри с невидимыми переходами (или без), порождающую язык  $L$  в качестве терминального:  
 $\{ a^n b a^n b a^n \mid n \geq 0 \}$

Результаты решения заданий обсуждаются на консультациях по просьбе студентов.

**Список заданий к зачету**

- Мультимножества.* Понятие конечного мультимножества. Операции и отношения на мультимножествах.
- Частичные порядки.* Частичный порядок. Квазипорядок. Линейный порядок. Вполне упорядочиваемый квазипорядок (wqo).
- 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
Профессиональные компетенции						
ПК-1	Контрольная работа. Зачет.	1-6	Знать: — основы теории мультимножеств и частичных порядков; — ключевые понятия и проблемы теории параллелизма; — основы теории сетей Петри; — некоторые важнейшие методы спецификации и анализа поведения систем. — 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; — об истории развития теории	Знать: — основы теории мультимножеств и частичных порядков; — ключевые понятия и проблемы теории параллелизма; — основы теории сетей Петри. Уметь: — моделировать сложные (в том числе параллельные и распределенные) информационные системы при помощи сетей Петри; Владеть навыками: — анализа полученной модели.	Знать: — основы теории мультимножеств и частичных порядков; — ключевые понятия и проблемы теории параллелизма; — основы теории сетей Петри; — некоторые важнейшие методы спецификации и анализа поведения систем. — 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. Уметь: — моделировать сложные (в том числе параллельные и распределенные)	Знать: — основы теории мультимножеств и частичных порядков; — ключевые понятия и проблемы теории параллелизма; — основы теории сетей Петри; — некоторые важнейшие методы спецификации и анализа поведения систем. — 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; — об истории развития теории сетей Петри и о некоторых современных направлениях исследований

			<p>сетей Петри и о некоторых современных направлениях исследований и проблемах.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— моделировать сложные (в том числе параллельные и распределенные) информационные системы при помощи сетей Петри;</li> </ul> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— анализа полученной модели, определения её ключевых свойств;</li> <li>— работы с понятиями мультимножества и частичного порядка.</li> </ul>		<p>информационные системы при помощи сетей Петри;</p> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— анализа полученной модели, определения её ключевых свойств;</li> <li>— работы с понятиями мультимножества и частичного порядка.</li> </ul>	<p>проблемах.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— моделировать сложные (в том числе параллельные и распределенные) информационные системы при помощи сетей Петри;</li> </ul> <p>Владеть навыками:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— анализа полученной модели, определения её ключевых свойств;</li> <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 объеме 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»**

### **1. 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.

### **2.**

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине «Сети Петри» осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Текущий контроль проводится в виде контрольных работ. Критериями оценивания степени овладения умениями и навыками, полученными в результате освоения данной дисциплины, являются следующие критерии:

### **2. Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности по результатам самостоятельной работы студентов**

- уровень освоения студентом учебного материала.
- умение использовать теоретические знания при выполнении практических, ситуационных задач.
- сформированность общеучебных умений,
- обоснованность и четкость изложения ответа,
- оформление материала в соответствии с требованиями,

- уровень самостоятельности студента при выполнении СР,

#### **Критерии оценки результатов внеаудиторной СРС :**

- уровень освоения учебного материала;
- уровень умения использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- уровень сформированности общеучебных умений;
- уровень умения активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения материала;
- уровень умения ориентироваться в потоке информации, выделять главное;
- уровень умения четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- уровень умения определить, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;
- уровень умения сформулировать собственную позицию, оценку и аргументировать ее;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

#### **Критерии оценки результатов контрольной работы**

«Отлично» (5 баллов) – ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

«Хорошо» (4 балла) – ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной ошибки и одного недочета, или не более трех недочетов.

«Удовлетворительно» (3 балла) – ставится за работу, если обучающийся правильно выполнил не менее 2/3 всей работы.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) – ставится за работу, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки «3» или правильно выполнено менее 2/3 всей работы.

### **3. Шкала оценивания успеваемости текущего контроля и промежуточной аттестации.**

В зависимости от уровня сформированности компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено» или оценка по четырехбалльной шкале.

#### **Шкала оценивания зачёта**

«Зачтено» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Как правило, оценка «Зачтено» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.

«Не зачтено» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «Не зачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

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

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать учебную литературу.

### **а) основная литература:**

4. Башкин В.А. Модели потоков работ: метод. указания. - Ярославль.: ЯрГУ, 2009.
5. Ломазова И. А. Вложенные сети Петри: моделирование и анализ распределенных систем с объектной структурой. / И. А. Ломазова - М.: Научный мир, 2004. - 207с.

### **б) дополнительная литература:**

6. Котов В.Е. Сети Петри. - М.: Наука. 1984.
7. Ломазова И.А. Сети Петри и анализ поведенческих свойств распределенных систем. - Ярославль: ЯрГУ, 2002.
8. Питерсон Дж. Сети Петри и моделирование систем. - М.: Мир. 1984.
9. Ван дер Аалст В., ван Хей К. Управление потоками работ. – М.: Физматлит. 2007.
10. Ачасова С.М., Бандман О.Л. Корректность параллельных вычислительных процессов. Новосибирск: Наука, 1990.
11. Jantzen M. Language Theory of Petri Nets // Lecture Notes in Computer Science. 1987. V.254.
12. Jancar P., Moller F. Techniques for decidability and undecidability of bisimilarity // Lecture Notes in Computer Science. 1999. V.1664.
13. Jensen K. Coloured Petri nets. Vol. 1. - EATCS Monographs on TCS, Springer-Verlag, 1994.
14. Milner R. Communication and Concurrency. Prentice Hall. 1989.
15. Minsky M. Computation: Finite and Infinite Machines. Prentice Hall. 1967.
16. Petri C.A. Kommunikation mit Automaten. PhD theses. Bonn: Institute fur Instrumentelle Mathematik. 1962.
17. Reisig W. Petri nets. Springer-Verlag. 1985.

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.

**Тест для самопроверки по результатам освоения дисциплины  
(компетенция ПК-6)**

**1. Какой из перечисленных формализмов обладает наименьшей выразительной мощностью:**

- А) сети Петри
- Б) машины Тьюринга
- В) конечные автоматы
- Г) магазинные автоматы

**2. Какой из перечисленных формализмов обладает наибольшей выразительной мощностью:**

- А) сети Петри
- Б) машины Тьюринга
- В) конечные автоматы
- Г) магазинные автоматы

**3. Какая из перечисленных конструкций программирования не может быть выражена при помощи конечных автоматов:**

- А) последовательное выполнение
- Б) недетерминированный выбор
- В) параллельное выполнение
- Г) цикл

**4. Ингибиторная дуга в расширенных сетях Петри позволяет моделировать:**

- А) проверку на ноль
- Б) обнуление
- В) недетерминированный выбор

**5. Какой из языков моделирования может быть транслирован в сети потоков работ (workflow-сети):**

- А) IDEF-диаграммы
- Б) UML (диаграммы активности)
- В) UML (диаграммы классов)

**6. Какие новые конструкции и возможности моделирования появляются в высокоуровневых сетях Петри (по сравнению с низкоуровневыми):**

- А) выражения на дугах
- Б) типы (цвета) маркеров (фишек)
- В) охранные функции на переходах
- Г) процедуры

**7. Укажите правильные варианты: граф сети Петри является**

- А) ациклическим
- Б) ориентированным
- В) двудольным
- Г) двоичным деревом

**8. Коэффициентами конечного мультимножества могут быть:**

- А) вещественные числа
- Б) строки
- В) натуральные числа или ноль

Г) целые числа

**9. Если в сети Петри при данной разметке одновременно активны два перехода, то:**

- А) срабатывает переход с наименьшим номером
- Б) не срабатывает ни один из них
- В) срабатывает любой из них

**10. Выберите все правильные варианты: если сеть Петри ограничена, то**

- А) число переходов не превосходит числа позиций
- Б) множество достижимых разметок конечно
- В) число маркеров (фишек) в любой позиции никогда не вырастет до бесконечности
- Г) граф сети планарен

**11. Сеть потоков работ (workflow-сеть) содержит:**

- А) один цикл
- Б) одну входную и одну выходную позицию
- В) одну компоненту связности
- Г) один переход

**12. Корректно построенная сеть потоков работ (workflow-сеть) называется:**

- А) правильной
- Б) плоской
- В) бездефектной
- Г) локальной

Вопрос №	Правильный ответ	Вопрос №	Правильный ответ
1	В	7	БВ
2	Б	8	В
3	В	9	В
4	А	10	БВ
5	Б	11	Б
6	АБВ	12	В