**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра теоретической информатики

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ИВТ



Д.Ю. Чалый

«\_22\_» мая 2024 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 17 апреля 2024 г.,

протокол № 8

Программа одобрена НМК факультета ИВТ

протокол № 6 от 26 апреля 2024 г.

Ярославль

# 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.

# 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.

# 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** |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| ПК-1 Способен  понимать,  совершенствовать  и применять  современный  математический  аппарат и  современные  технологии,  интерпретировать  данные  современных  научных  исследований | ПК-1.2 Владеет методами математического моделирования | 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 и проблемах.  Уметь:   * моделировать сложные (в том числе параллельные и распределенные)   информационные системы при помощи сетей Петри;  Владеть навыками:   * анализа полученной модели, определения её |

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

# 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 ны е | кон сул ьта ции | ат те ст ац ио нн ые ис пы та ни я | сам осто ятел ьна я раб ота |  |
| 1. | Введение в теорию сетей Петри | 7 | 2 |  |  |  |  | 2 |  |
| 2. | Мультимножества и  частичные порядки | 7 | 2 |  | 4 |  |  | 6 | Контрольная работа |
| 3. | Обыкновенные сети Петри | 7 | 4 |  | 4 | 1 |  | 6 | Контрольная работа |
| 4. | Языки сетей Петри, анализ поведения систем | 7 | 2 |  | 2 |  |  | 6 | Контрольная работа |
| 5. | Подклассы и расширения  обыкновенных сетей Петри | 7 | 4 |  | 4 | 1 |  | 6 | Контрольная работа |
| 6. | Сети Петри высокого уровня | 7 | 4 |  | 4 | 1 |  | 6,7 | Контрольная работа |
|  | **Всего за 7 семестр** |  | **18** |  | **18** | **3** | **0,3** | **32,7** | **Зачет** |
|  | **Всего** |  | **18** |  | **18** | **3** | **0,3** | **32,7** |  |

# 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.

# 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.

# 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").

# 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://wwwis.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**

# Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы

**формирования компетенций**

# Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации

**Типовой вариант контрольной работы**

1. Даны мультимножества над множеством из трех элементов:

*M1* = (1, 3, 4), *M2* = (0, 4, 4), *M3* = (1, 0, 1).

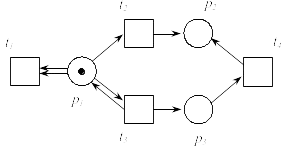
Найти значения мультимножеств:

*M1* + *M2* = ? *M1* ∪ *M2* = ?

*M2* ∩ *M3* = ? *M2* – *M3* = ?

1. Построить полное покрывающее дерево сети Петри, определить ограниченность и

безопасность позиций, потенциальную живость переходов.



1. Построить помеченную сеть Петри, порождающую язык *L* в качестве терминального (нарисовать сеть, указать *Mt*):

{ *anbam* | *n*, *m* > 0 }

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

{ *anbanban* | *n* ≥ 0 }

Результаты решения заданий обсуждаются на консультациях по просьбе студентов.

# Список заданий 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. P-инварианты и T- 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.

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

**описание шкалы оценивания**

# 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.

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

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Код компе- тенции** | **Форма контроля** | **Этапы форми- рования (№ 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 | 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 и |
|  | работа. |  |
|  | Зачет. |  |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | сетей Петри и о некоторых современных направлениях исследований и проблемах.  Уметь:   * моделировать сложные (в том   числе параллельные и распределенные) информационные системы при  помощи сетей Петри;  Владеть навыками:   * анализа полученной   модели, определения её ключевых свойств;   * работы с   понятиями  мультимножества и частичного  порядка. |  | информационные системы при помощи сетей Петри;  Владеть навыками:   * анализа полученной модели, определения её ключевых свойств; * работы с понятиями мультимножества и   частичного порядка. | проблемах.  Уметь:   * моделировать сложные (в том числе   параллельные и распределенные) информационные системы при помощи сетей Петри;  Владеть навыками:   * анализа полученной модели, определения её ключевых свойств; * работы с понятиями мультимножества и   частичного порядка. |

11

# 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»

# 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.

# 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 вели- ка 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:

# 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.

# 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:

1. Башкин В.А. Модели потоков работ: метод. указания. - Ярославль.: ЯрГУ, 2009.
2. 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:

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

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (<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.

1. Электронная картотека «Книгообеспеченность» (<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

# Какой из перечисленных формализмов обладает наибольшей выразительной мощностью:

А) сети Петри

Б) машины Тьюринга В) конечные автоматы

Г) магазинные автоматы

# Какая из перечисленных конструкций программирования не может быть выражена при помощи конечных автоматов:

А) последовательное выполнение Б) недетерминированный выбор В) параллельное выполнение

Г) цикл

# Ингибиторная дуга в расширенных сетях Петри позволяет моделировать:

А) проверку на ноль Б) обнуление

В) недетерминированный выбор

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

А) IDEF-диаграммы

Б) UML (диаграммы активности) В) UML (диаграммы классов)

# 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

# Укажите правильные варианты: граф сети Петри является

А) ациклическим

Б) ориентированным В) двудольным

Г) двоичным деревом

# Коэффициентами конечного мультимножества могут быть:

А) вещественные числа Б) строки

В) натуральные числа или ноль

Г) целые числа

# 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

# 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

# Сеть потоков работ (workflow-сеть) содержит:

А) один цикл

Б) одну входную и одну выходную позицию В) одну компоненту связности

Г) один переход

# 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 |